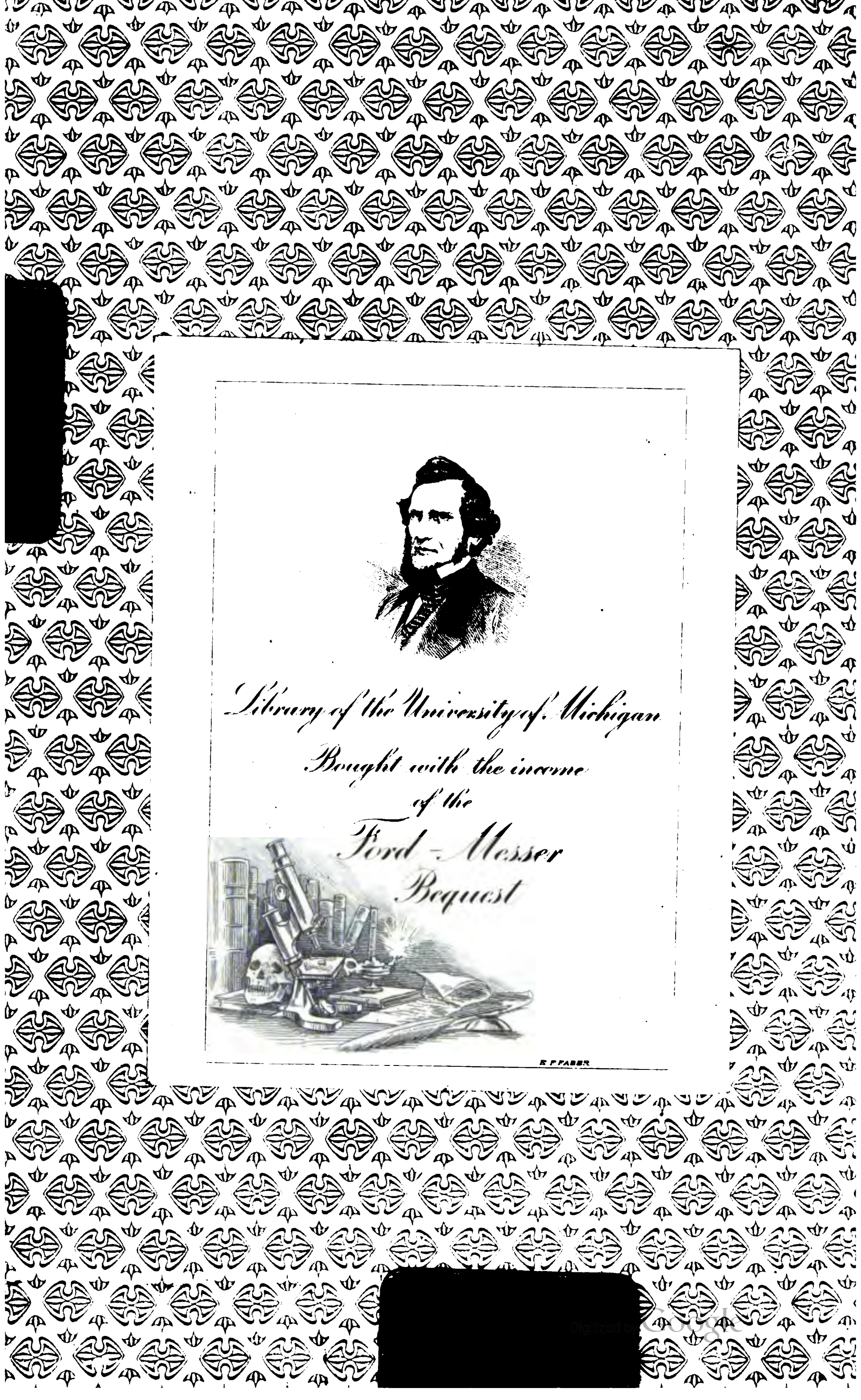
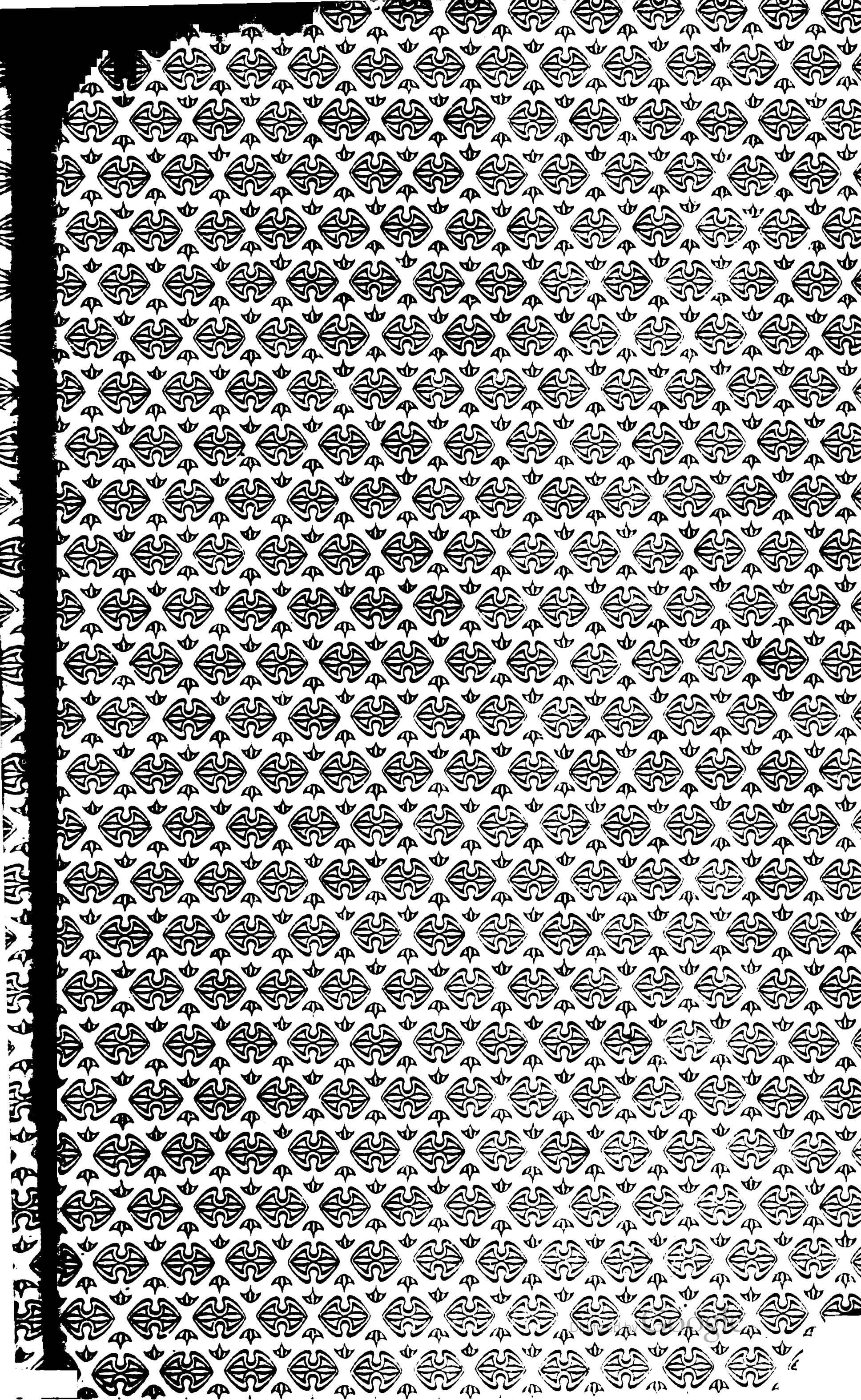

Library of the University of Michigan
Bought with the income
of the
Ford - Messer
Bequest
E P FABER
Digitized by Google



MÉMOIRES COURONNÉS

ET

AUTRES MÉMOIRES.

MÉMOIRES COURONNÉS

ET

AUTRES MÉMOIRES,

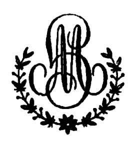
PUBLIÉS PAR

L'ACADÉMIE ROYALE

DES SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

—

COLLECTION IN-8°. — TOME XXI.



BRUXELLES,

F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE.

—

Mars 1870.

MÉMOIRE

EN RÉPONSE A LA QUESTION SUIVANTE,

du programme de concours de 1868 :

« APPRÉCIER JEAN LEMAIRE (DE BELGES) COMME PROSATEUR ET COMME POËTE » ;

PAR

M. CH. FÉTIS.

De peu assez.

(Couronné par l'Académie royale de Belgique, le 11 mai 1868.)

MÉMOIRE

SUR

JEAN LEMAIRE

(DE BELGES).

M. Van Hasselt, dans son *Essai sur la poésie française en Belgique,* cite les vers suivants que Guillaume Crétin écrivit à Jean Lemaire à propos du talent qu'il annonçait :

Dont Molinet qui t'avoue à parent,
Acquiert honneur, bruit et los apparent,
Veu que soubs luy tu as si bien appris
Que ton labour vault être mis à pris.

et il ajoute : « la parole de Guillaume Crétin ne s'est pas confirmée encore. Le labour de Jean Lemaire n'a pas encore été mis à prix. Toute sa gloire est à ressusciter. Il y a tout un travail de restauration à faire pour elle. »

En lisant cette appréciation, si complétement louangeuse des mérites de Jean Lemaire, par un de nos meilleurs écrivains qui, à des titres égaux, doit être bon juge en poésie comme en prose, nous avons, non pas regretté d'avoir entrepris l'étude longue, et, il faut bien le dire, parfois ingrate des œuvres de Jean Lemaire, aussi bien que de celles des auteurs de son temps, car l'étude ne laisse jamais après elle que des impressions heureuses, mais sé-

rieusement hésité à présenter les résultats de notre travail. Il y a entre notre estimation et le jugement contenu dans les lignes citées plus haut une telle différence, et le critique qui les a tracées est si fort au-dessus de nous par sa compétence littéraire, que nous avons, au premier moment, perdu toute confiance dans la valeur de notre opinion. Réfléchissant toutefois à l'influence souvent tyrannique du sentiment, louable au fond, de l'amour-propre national, et trouvant dans les pages consacrées par l'auteur en question à Jean Lemaire des traces évidentes de ce sentiment, nous avons osé croire que toute l'erreur pourrait bien n'être pas de notre côté, et nous nous sommes décidé à terminer cette étude. Qu'on ne pense pas que ce soit pour faire un vain étalage de modestie que nous venons parler ainsi de nos hésitations. Nous demandons sincèrement l'indulgence de nos juges, parce que le travail que nous avons entrepris est d'une difficulté réelle. Avoir à parler d'un homme de génie ou d'un auteur détestable, c'est-à-dire pouvoir s'exprimer tout en bien ou tout en mal sur le compte du personnage dont on s'occupe, est loin d'être aussi embarrassant que de conserver un juste milieu équitable entre l'éloge et le blâme. Or, la nature évidemment intermédiaire du talent de Lemaire nous obligeait envers lui à cette modération, si difficile à observer complétement.

Jean Lemaire naquit vers 1473, à Bavai (Belges), en Hainaut; il nous donne lui-même cette date précise de sa naissance dans la dédicace de son premier livre des *Illustrations de Gaule*, où il fait dire par Mercure à Marguerite d'Autriche : « Je stimulay l'entendement du tien très adonné serviteur volontaire, secrétaire, indiciaire et historiographe Jehan le Maire de Belges, environ lan xxvii de son aage, qui fust lan de graces mil cinq cens, à ce qu'il osast entreprendre ce labeur... » C'est lui aussi qui se charge de nous prouver l'authenticité de la ville de Bavai comme lieu de sa naissance, par deux vers de sa *Concorde des deux languages :*

Et je qui fus en temps de guerre et noise,
Né de Haynau, païs enclin aux armes.

Paquot, dans ses *Mémoires littéraires*, t. III, p. 2, semble

douter un peu du lieu de naissance de Lemaire, qui, dit-il, donne, dans ses *Illustrations de Gaule*, le nom de Belges à trois villes différentes : Beauvais, Trèves et Bavai; mais les vers ci-dessus ne laissent pas de doute sur le choix à faire entre les trois cités comme patrie de Lemaire.

Nous ne connaissons rien de positif de la famille de Jean Lemaire; mais on peut supposer que ses parents étaient d'une condition fort obscure, d'après une lettre de Jean Perréal de Paris, peintre, employé par Marguerite d'Autriche pour l'ornementation de l'église qu'elle fit construire à Brou, en souvenir de son dernier époux, Philibert de Savoie. Cette lettre, citée par M. Le Glay, dans ses *Nouveaux analectes historiques*, est adressée à Marguerite; Perréal s'y plaint d'avoir été diffamé auprès d'elle, et accuse Jean Lemaire, à qui Marguerite avait confié la surveillance des travaux, d'être l'auteur de ces calomnies : « Il ne me chault des parleurs et inventeurs de menterie, tant pour Jehan Le Maire, dont vous pensez par rapport que soie cause; car luy mesmes m'a menassé à batre ou tuer depuis Pasques enssa, pour ce que je luy ay remonstré sa nativité, sa nourriture, et la bonté de la dame qui le traitoit, qui est vous, Madame, qui l'avez levé et geté hors de la pouillerie et pauvreté... » Il semble résulter de ce passage que Lemaire ne souffrait pas qu'on fit allusion à la médiocrité de son origine.

Comme on le voit par les quatre vers de Crétin, qui commencent notre étude, aussi bien que par différents passages des œuvres de Lemaire, ce fut son parent, Jean Molinet, qui se chargea de son éducation. Elle fut très-soignée pour l'époque, trop soignée même, comme nous aurons plus loin occasion de l'établir. A l'âge de vingt-cinq ans, ainsi qu'il le dit dans son épître à Crétin, en tête du 3e livre des *Illustrations de Gaule*, par conséquent vers 1498, Lemaire était à Villefranche, en Beaujolais, exerçant les fonctions de clerc des finances du roi Charles VIII et du duc Pierre II de Bourbon, et, quoique s'étant déjà occupé d'études littéraires, il n'était pas encore résolu à embrasser la carrière des lettres. Ce fut Guillaume Crétin, ami de son parent Molinet, qui, passant par Villefranche à cette époque, et ayant probable-

ment eu sous les yeux quelques essais de Lemaire, le décida par ses conseils à se faire écrivain. L'épître de Crétin, citée plus haut, en fait foi. Il se mit alors à étudier plus profondément les auteurs de l'antiquité, et alla même, dit-on, jusqu'à se démettre de ses fonctions de clerc des finances, pour pouvoir donner plus de temps à l'étude. Sa position de fortune ne devant pas lui permettre des loisirs absolus, il est probable qu'il choisit un emploi plus littéraire que celui de clerc des finances, et que c'est à cette époque qu'il fut, comme le rapporte Saint-Julien dans ses *Origines bourguignonnes*, précepteur de messieurs de Balleure, père et oncle de cet historien. Après un séjour, dont on ignore la durée, mais qui ne put être bien long, dans la famille de Balleure, Lemaire devint secrétaire de Louis de Luxembourg, comte de Ligny, gouverneur de Picardie, grand chambellan de France sous Louis XII, qui se distingua dans les premières campagnes de ce roi en Italie. C'est sans doute lorsqu'il était gouverneur de Picardie, que ce personnage eut l'occasion de s'attacher Jean Lemaire, et il est vraisemblable que celui-ci l'accompagna en Italie. Louis de Luxembourg mourut à Lyon, le 3 décembre 1503. De cette année date le premier ouvrage de Jean Lemaire, le *Temple d'honneur et de vertu*. Il l'avait écrit en l'honneur de Pierre de Bourbon, son ancien patron, décédé aussi en 1503, et l'avait dédié à Louis de Luxembourg. Celui-ci ayant suivi de près Pierre II dans la tombe, Lemaire adressa son œuvre à madame Anne de Beaujeu, femme de Pierre II et cousine de Louis de Luxembourg, avec une épître préliminaire dans laquelle il indique clairement la date de sa composition. Nous aurons à rechercher plus loin ce que devint Lemaire après la mort de son protecteur; mais, arrivé au début de sa carrière active d'écrivain, nous devons jeter un coup d'œil sur l'état de la littérature française vers cette époque. Lemaire tient trop des écrivains de son temps, pour que nos observations générales ne lui soient pas applicables.

La littérature française allait, au milieu du quinzième siècle, entrer dans la seconde période de son histoire. La première s'était prolongée depuis le douzième siècle, et, malgré sa longue durée, elle avait été pauvre en productions remarquables. Les débuts de la

langue avaient été longs et difficiles; il lui avait fallu de pénibles efforts pour se dégager du mélange de latin, de celte et de germain, dont elle s'était formée. Ce travail d'assimilation et d'unification était trop absorbant et trop compliqué, pour qu'il pût se produire des œuvres littéraires dans une langue qui se transformait, pour ainsi dire, de jour en jour. On s'occupait des mots sans songer encore aux idées; aussi, quoiqu'on écrivît beaucoup, cette abondance n'en cachait pas moins une profonde stérilité, et il n'est resté de cette époque que peu de monuments littéraires, lesquels ont pour qualités distinctives la naïveté et la jeunesse du style. Le roman de La Rose, les fabliaux et les chroniques de Froissart, voilà les chefs-d'œuvre types qui nous sont demeurés de cette langue des conteurs. Villon, par certaines nouveautés originales de son esprit, et Georges Chastelain, le Rubens de l'histoire, comme a dit un de nos écrivains, en mêlant à ses récits de chroniqueur les jugements de sa consciencieuse honnêteté et de son bon sens si droit, se séparent déjà d'une manière accentuée de la période qu'ils ferment; ils ont un pied sur les frontières de l'avenir.

L'étude de l'antiquité et l'interprétation de ses monuments allaient inaugurer la seconde époque; époque de transition fâcheuse pour les écrivains d'alors, où l'on n'avait plus les qualités du passé : la fraîcheur, la naïveté, la grâce, et où l'on ne possédait encore celles de l'avenir qu'à l'état de ces métaux précieux, que l'affinage n'a pas dégagés des matières impures, avec lesquelles ils sont amalgamés.

La langue française allait subir, elle aussi, comme toute chose, en ce siècle de bouleversement et de rénovation, sa révolution.

En 1453, Mahomet II assiégeait Constantinople à la tête d'une armée formidable, l'emportait d'assaut et ne devait plus lâcher sa proie. L'antique Byzance était arrivée au terme de sa brillante carrière, la noble dépositaire des traditions et des lumières de l'antiquité devenait la capitale définitive d'un empire barbare. Mais sa ruine, au lieu d'entraîner celle des chefs-d'œuvre du monde ancien, allait, au contraire, leur donner une nouvelle existence. Fuyant la barbarie musulmane, ils affluèrent en Eu-

rope et s'acclimatèrent d'abord en Italie; c'est de là que les armées de Charles VIII et de Louis XII devaient les rapporter de ce côté-ci des Alpes. Conquête bien involontaire de ces vaillants soldats, et dont ils auraient sans doute été peu fiers, si on les en eût félicités. C'était cependant le seul résultat utile réservé à ces ambitieuses et folles expéditions. Heureuse l'humanité, si toute guerre pouvait, comme les invasions de la France en Italie au quinzième siècle, être utile à la civilisation! Bizarrerie du sort! c'est à un barbare et à des soldats ignorants que la littérature et les beaux-arts doivent leur renaissance. « Ce rétablissement, dit Commines, ne se fust guere avancé, si Constantinople n'eut esté prinse et saccagée par Mahomet. »

L'érudition commença donc; les modèles si complets, si purs et si abondants de l'antiquité vinrent éblouir les yeux du moyen âge grossier. Il eut devant ces splendeurs des extases d'enfant, se passionna, et naturellement commença par des prodigalités maladroites l'usage de ses nouvelles richesses. Rougissant de sa naïve simplicité, la langue, comme une jolie villageoise inopinément amenée au milieu de grandes dames somptueusement vêtues, conçut aussitôt un violent désir de parure et d'ornements; elle voulut se faire belle d'une beauté d'emprunt, et, dans son inexpérience, s'habilla avec un mauvais goût bizarre. Il fallut aux auteurs prouver qu'ils avaient beaucoup lu et beaucoup appris; on voulut de la science et l'on tomba dans le pédantisme. Le genre Ronsard commençait déjà; car celui qui devait lui laisser son nom, et qui, en le poussant aux derniers excès, devait à la fois le baptiser et le tuer, n'en est pas l'inventeur; il est seulement l'écrivain qui est allé plus loin qu'aucun autre dans cette mauvaise voie. On a voulu revendiquer pour Jean Lemaire, *pour un Belge,* l'honneur d'avoir été le précurseur de Ronsard et de son école. Soit; si c'est un honneur de s'être mal servi du grec et du latin, nous conviendrons volontiers que Lemaire l'a fait; mais tous ses contemporains partagent avec lui ce modeste avantage. Molinet et Crétin, ses maîtres, lui ont transmis, en grande partie, leur style; comme nous le disions au commencement de cette étude, ils lui donnèrent une éducation trop savante; ils lui apprirent trop

de grec et de latin; ils étouffèrent, sous ce pesant bagage, des qualités naturelles qui, librement développées, lui eussent peut-être acquis une célébrité moins contestable et plus générale surtout. Oui, pour l'emploi du grec et du latin, Lemaire, pareil à bien d'autres écrivains de la fin du quinzième siècle, a été le précurseur de Ronsard. Mais, suivant nous, ce qui reste aujourd'hui de la gloire de Ronsard ne réside pas dans l'invention d'un langage incohérent, dont Malherbe devait faire justice; il a rendu d'autres services plus réels à la poésie française, en ennoblissant les formes des pièces et des rhythmes, en établissant la règle de l'uniformité dans l'assemblage des rimes, en vulgarisant l'emploi des alexandrins, et en supprimant, comme le demandait Du Bellay, l'usage insipide des allégories. Ces innovations-là, ni Lemaire, ni ses contemporains n'en ont eu l'idée.

C'est au milieu de l'effervescence générale des idées, au milieu de cet état de trouble des esprits, à la fois effrayés et charmés de l'audace de leurs découvertes, que Lemaire voulut, lui aussi, s'essayer au métier difficile d'écrivain. Se défiant sans doute de ses forces, il commença par un genre facile, qui, à défaut de succès littéraires, lui assurait au moins des avantages matériels. Il composa, en l'honneur d'un prince, une pièce adulatrice et la dédia à une princesse. Nous ne prendrions pas, pour parler de la nature de la première œuvre de Lemaire, un ton désapprobateur, s'il avait su se borner dans ce genre peu digne d'un esprit fier et indépendant. Comme il avait reçu des bienfaits de Pierre II, il n'y aurait, semble-t-il, que des éloges à lui donner pour avoir célébré la mémoire de ce personnage; mais il ne devait que trop exclusivement consacrer son talent et son temps à ces travaux de courtisan, avec un zèle de flatterie qui ne laisse aucun doute sur ses intentions, et ne permet pas qu'on use d'indulgence envers lui sur ce point.

Le Temple d'honneur et de vertu, ce premier ouvrage, est un mélange de prose et de vers, dans lequel de nombreux personnages allégoriques viennent tour à tour pleurer la mort de Pierre II, et chanter ses louanges. La facture des vers est bonne et soutenue; le plan est bien conduit et il y a dans quelques

strophes, comme les suivantes, une certaine fraîcheur non sans agrément :

Gentes bergerettes,
Parlans d'amourettes,
Dessoubz les couldrettes,
Jeunes et tendrettes,
Cueillent fleurs jolyes;
Les oyseletz bruyent,
Les cerfs au bois ruyent,
Les champs s'enjolyent,
Tous élémens ryent,
Quand aurora luyt.

Quoique n'offrant pas un bien grand cachet d'originalité, ces vers ont la grâce et la naïveté pastorale qui sont à peu près le seul charme des poésies de ce temps, où, dans des genres plus sérieux, on ne trouvait guère que pédantisme et affectation. L'abus des allégories, l'excès des éloges adressés au personnage qu'encense l'auteur, l'emploi ridicule des rimes répétées, tours de force de la versification à la mode, qui étouffaient la pensée et qui faisaient de la poésie un jeu puéril; enfin, un mélange sans goût de sacré et de profane, de chrétien et de païen, ne nous rappellent que trop que Lemaire fut victime du travers de son temps et des leçons de ses maîtres. Nous ne pourrions, sans injustice, lui reprocher sévèrement ces défauts involontaires; mais il a montré, dans ses œuvres ultérieures, certaines qualités simples et naturelles, qui font regretter qu'on ait faussé sa nature. Au lieu d'être, grâce à ses savantes études, un poëte érudit de la force des meilleurs de ses contemporains, il aurait pu, livré à lui-même, continuer Villon et arriver à Marot, gloire plus enviable selon nous. Sa prose que, dans le *Temple d'honneur et de vertu*, il a voulu, sans doute, rendre poétique, n'est que tourmentée. Nous le verrons plus simple et plus naturel dans certains de ses écrits historiques.

Louis de Luxembourg mort, ce fut Marguerite d'Autriche qui devint la protectrice de Jean Lemaire. Revenue dans les Pays-Bas après la mort de son premier mari, l'infant Juan de Castille, elle y séjourna jusqu'en septembre 1501, époque où elle épousa Phi-

libert le Beau, et elle eut sans doute alors occasion de se voir recommander Lemaire. On peut supposer encore que Louis de Luxembourg étant mort à Lyon, notre auteur se rendit de cette ville à la cour de Marguerite de Savoie. Quoi qu'il en soit des circonstances assez obscures dans lesquelles il fut mis en relation avec Marguerite, il est certain qu'il reçut d'elle *faveur* et *entretenance* à partir de 1503, ainsi qu'il le dit bien clairement lui-même. Sa première allusion aux bienfaits de la fille de Maximilien se trouve dans le discours préliminaire imprimé en tête de ses *Illustrations de Gaule,* morceau dont nous avons déjà cité un passage relatif à sa naissance. Après avoir appris à Marguerite que Lemaire a commencé son ouvrage en 1500, Mercure ajoute : « et luy ay administré toutes choses à ce servans et convenables par lespace de neuf ans ; voicy desja le sixième an que ta débonnaireté palladienne luy a donné faveur et entretenance libérale. » Dans son second ouvrage, la *Plainte du Désiré,* c'est-à-dire la *Déploration du trespas de feu monseigneur Loys de Luxembourg,* écrit immédiatement après le *Temple d'honneur et de vertu,* comme on le voit par ce passage : « Je tenoye encore en main la rude plume, laquelle en récente mémoire avait descrit le trespas du feu très bon prince bourbonnois, » notre auteur, qui dédie son opuscule à Marguerite, s'exprime ainsi dans une *péroration* adressée à cette princesse : « Pource que par l'honneur de la mémoire du défunct, il vous plaist en me recueillant restaurer la dure perte que jay fait à son trespas. » Tout cela correspond bien à 1503. Une particularité semblerait cependant contredire notre assertion. C'est la découverte que fit M. Gachard, à Paris, dans des recherches ayant pour objet de compléter les matériaux d'une collection des voyages des souverains de la Belgique. Le savant académicien trouva un manuscrit de Jean Lemaire ayant pour titre : *Mémoires de la vie de Philippe....., roy d'Espagne, Ier du nom, et de Jeanne, sa femme.....; leur voyage de Flandre en Espagne en 1501; leur second voyage de Flandre en Espagne en 1505 et 1506; mort dudit roy Philippe à Burgos, sept. 1506, et la suite de l'histoire jusqu'en 1508, par Jean Le Maire de Belges, présent auxdits voyages.* Si ce titre disait vrai, Lemaire

aurait été, de 1501 à 1506, attaché à la maison du roi d'Espagne. Mais, comme il est incontestable qu'en 1503 il servait Louis de Luxembourg, puis recevait de Marguerite *entretenance libérale;* comme il ne mentionne nulle part son service auprès de Philippe Ier, et ne lui a adressé aucune pièce de vers, ainsi qu'il l'a fait pour tous ses autres protecteurs, sans vouloir nier l'authenticité du manuscrit que M. Gachard affirme être de la main de Jean Lemaire, nous nous fondons sur ce que l'écriture du titre est du dix-septième siècle, d'après l'observation de M. Gachard, pour supposer que l'auteur de ce titre s'est trompé, que Lemaire n'a pas assisté à ces voyages et qu'il en a écrit la relation sur des notes qu'on lui aura fournies.

Le désir de rendre aussi complète que possible cette étude sur Jean Lemaire nous a entraîné dans une digression un peu longue; nous allons rentrer au cœur du sujet.

Devenu le protégé de Marguerite d'Autriche, Lemaire s'empressa de faire acte de reconnaissance, en dédiant à cette princesse les vers qu'il venait de composer pour déplorer la mort de Louis de Luxembourg; jolie pièce, et intéressante, quoiqu'un peu longue. Elle est allégorique naturellement; l'école du roman de la Rose touchait à sa fin; mais elle ne devait disparaître entièrement qu'après la publication de la remarquable et mordante satire de Du Bellay : *La défense et illustration de la langue françoyse.* Dans la *Plainte du Désiré,* la Peinture et la Rhétorique présentent, tour à tour, l'éloge de Louis de Luxembourg. On peut reprocher à Lemaire l'exagération parfois plaisante des images et quelques vers peu conformes à la dignité du sujet; mais il montre, à côté de ces imperfections, des qualités très-réelles d'écrivain. Ses descriptions ont de l'élégance; celle de la Peinture, entre autres, est remarquable. Son style a de la précision, de la fermeté, notamment dans cette définition de la Fortune :

Fortune folle est aveugle et bendée,
Plustôt glissant que n'est la clère ondée,
Preste à monter, plus prompte à dévaler,
Soudain laissant, et tard appréhendée.

Il a parfois des réflexions morales fort justes : celle-ci, par exemple :

> Car haut louer conduit par art experte,
> N'accroist les faicts de triomphe avestus.

S'il s'était souvenu de cette maxime en écrivant, s'il s'en était servi pour son propre usage, il aurait moins abusé du *haut louer* dans ses panégyriques, et ses œuvres, comme son caractère, s'en fussent bien trouvés. A propos de la guerre et de ses désastres, il pense des choses excellentes et les dit en fort bons termes :

> Dont en la fin les grans roys et les princes
> En ont la honte, et les peuples le coust.

Cela ne l'empêchera pas, plus tard, de se réjouir de l'extermination des ennemis de Louis XII. Mais ces échappées nous montrent qu'il savait parfois réfléchir, et que c'est peut-être moins à l'impuissance de son esprit qu'aux obligations de ses fonctions toujours officielles, qu'il faut attribuer le manque de vues morales et de jugements philosophiques que l'on remarque dans ses œuvres. Un historiographe patenté n'a pas à faire preuve d'esprit critique; il doit louer les grandes actions de son prince, c'est Lemaire qui nous dit cela; or, pour lui, le prince ne peut accomplir que de grandes actions.

Vers 1505, Lemaire commença son éloge de Marguerite d'Autriche, intitulé : *La couronne margaritique,* en vers et en prose. On ignore quand il le termina, car l'ouvrage ne fut publié qu'en 1549, après sa mort, par Claude de Saint-Julien, seigneur de Balleure. Mais la date de début, 1505, est prouvée par ce passage : « Madame Marguerite ha plus veu en son jeune aage moderne, qui aujourd'hui n'excède pas vingt-cinq ans.... », Marguerite étant née en 1480. Cette princesse est naturellement encensée, adulée de toutes façons dans cet ouvrage; l'auteur la compare, en lui donnant la préférence, aux dix femmes les plus célèbres de l'histoire; il lui reconnaît les dix plus grandes vertus et la beauté des dix plus belles pierres précieuses; tout cela parce que le nom de

Marguerite contient dix lettres et qu'il fallait trouver dix noms de femmes illustres, dix noms de pierres précieuses et de vertus commençant successivement par une des dix lettres : *m*, *a*, *r*, etc. Quelle peut être l'inspiration du poëte en de telles conditions? Il y a dans ce petit poëme un étrange abus d'allégories et de fictions, et des énumérations interminables d'objets ou de personnages. Lorsque Lemaire cite à la fin tous les peintres, orfévres et ciseleurs de l'époque, il prépare des matériaux utiles pour les futurs biographes; mais c'est aux dépens de la vraie poésie.

Sans le vouloir, le poëte de Marguerite diminue l'héroïsme tant célébré de cette princesse, lors de son naufrage sur les côtes d'Angleterre. Suivant lui, ce ne serait pas au milieu des fureurs effrayantes de la tempête que fut écrite l'épitaphe : *Ci gist Margot....*, etc., mais bien le lendemain, quand le temps se fut remis au beau. Au lieu d'un acte d'héroïque sang-froid, il ne reste plus qu'un trait d'esprit.

Pour plaire à la fille de Maximilien, l'auteur n'épargne pas Anne de Bretagne, qui avait pris, sur le trône de France, la place destinée à l'archiduchesse d'Autriche. Comment se fit-il absoudre plus tard, lorsqu'il passa au service de cette reine, qu'il devait avoir bien gravement offensée, car c'est de sa beauté qu'il avait parlé, pour la dire inférieure à celle de Marguerite?

La Couronne margaritique pèche par un manque absolu de naturel et de charme; les vers agréables et les idées heureuses y sont trop rares, pour sauver la monotonie de ce long panégyrique. On aime à supposer, pour le bon goût de Marguerite, que si la princesse récompensait généreusement de pareilles adulations, au moins la femme d'esprit n'y était pas sensible.

Quoique attaché à Marguerite d'Autriche, Lemaire n'était pas encore l'indiciaire et l'historiographe de cette princesse; il ne le devint qu'en 1507, à la mort de son parent Molinet. Son service auprès de Marguerite lui laissait des loisirs, car il fit, dans l'espace de deux ans, plusieurs voyages en Italie, où nous avons vu qu'il alla sans doute déjà, à la suite de Louis de Luxembourg. Les biographes assurent qu'il y séjourna, sans interruption, de 1506 à 1508, se fondant sur ce qu'il nous dit lui-même, qu'il était en

1506 à Rome, en 1507 à Venise, puis de nouveau à Rome en 1508; mais nous croyons qu'il a dû entremêler ces voyages de retours dans son pays; car, en 1507, outre qu'il prêtait serment, comme successeur de Molinet, entre les mains de Marguerite, qui venait d'être nommée régente des Pays-Bas, il publiait encore dans la même année, à Anvers, une petite pièce de vers, intitulée : *Les Chansons de Namur,* dans laquelle il célèbre une défaite des *desloyaux Gheldrois,* qui, commandés par Charles d'Egmont, soutenaient, sans trêve ni relâche, une guerre de partisans contre la maison d'Autriche. Ce morceau, dont il n'existe qu'un seul exemplaire connu, provenant de la bibliothèque de Richard Heber, et aujourd'hui en la possession du duc d'Arenberg, est vigoureux, d'un ton ferme et soutenu; on y trouve de fortes pensées, enchâssées dans des vers dignes d'elles :

Cognois tu point que qui quiert gloire faulse
Sa perte accroist et sa honte se haulse.

L'auteur traite assez mal les Français, que la rumeur publique accusait de prêter à Charles d'Egmont une assistance occulte; ce dut être contre son gré qu'il les prit à partie, car il travaillait déjà à son histoire des *Illustrations de Gaule*, dans laquelle il célèbre la gloire de la France; mais ne fallait-il pas, avant tout, satisfaire aux ressentiments de *sa très-redoubtée dame,* Marguerite d'Autriche? Il se réservait peut-être déjà intérieurement de faire amende honorable à la France, comme il dut le faire sans doute à Anne de Bretagne, pour avoir osé écrire qu'elle était moins belle que Marguerite. Ces revirements lui furent-ils difficiles? L'obligation de se démentir, en adorant ce qu'il avait brûlé, lui fut-elle bien pénible? Qui sait? Quand on est doué d'une nature aussi bienveillante que la sienne, il en doit peu coûter d'encenser ceux qu'on avait critiqués. Mais une telle souplesse de caractère est fatale à qui veut être historien.

Si la pièce de vers, intitulée : *Les regrets de la dame infortunée, sur le trespas de son très chier frère unique,* était de Lemaire, il faudrait en fixer également la composition à l'année 1507, puisque Philippe Ier, dont elle est consacrée à déplorer la fin pré-

maturée, mourut au mois de septembre 1506, à Burgos; mais ce morceau, quoique imprimé avec d'autres œuvres de Lemaire, ne serait-il pas de Marguerite d'Autriche elle-même? Il est absolument détaché, sans préambule, sans dédicace, ce qui nous paraît bien extraordinaire de la part de Lemaire, sans *péroration* et sans la devise de notre auteur, qui ne l'omet cependant à aucune autre de ses productions. La devise, qui termine la pièce en question, est précisément celle de Marguerite : *Fortune, infortune, fort une.* Quoique ce qui reste des poésies de Marguerite ne soit pas considérable, nous n'insisterons pas pour y faire ajouter ce petit poëme; il n'y aurait pas plus de gloire pour elle à l'acquérir, que de dommage pour Lemaire à le perdre.

A son retour définitif d'Italie, en 1508, Jean Lemaire composa ce que certains biographes ont bien voulu appeler un ouvrage de linguistique : *La Concorde des deux langages,* comparaison entre la langue française et la langue italienne. On dit qu'il alla chercher en Italie les éléments de ce travail. Supposons, pour lui, que le but de son voyage a été autre et mieux rempli. Il n'y a dans *La Concorde des deux langages* ni analyse, ni discussion, ni linguistique; c'est une fantaisie littéraire ayant pour objet ou pour prétexte de mettre d'accord deux personnes qui discutent sur les mérites des deux langues et qui ont pris l'auteur pour arbitre. Celui-ci déclare l'italien parfait et le français tout aussi parfait, et conclut, par une allégorie, en disant qu'entré en qualité de clerc au service « du bon ancien vieillard Labeur historien » il tâchera d'arriver par ses travaux à être digne d'être admis, après sa mort, au temple de Minerve, où *les paranymphes archangéliques, Repos et Guerdon* lui feront voir « à plein la très-vertueuse et très-nécessaire concorde des deux languages. » Comme on voit, ce n'est point là la conclusion d'un travail d'érudition ou de critique philologique. Toutefois, à défaut de science, on y remarque une préface écrite d'un style clair et simple, dont Lemaire a donné de trop rares échantillons; on y distingue aussi une description du temple de Vénus où le poëte a su être piquant, en restant dans les limites d'une parfaite convenance d'images et d'expression, et c'est une chose à constater, que sa réserve habituelle dans le choix des

termes, à une époque où l'on employait volontiers le mot cru. Les sujets qu'il traitait d'ordinaire ne comportaient pas, il est vrai, une grande liberté d'expression; mais nous le verrons, plus tard, dans ses *Contes de Cupido et d'Atropos*, développer un thème très-scabreux avec un tact et une adresse remarquables. Le goût n'était pas la qualité qui lui aurait le plus manqué, s'il avait laissé sa muse parcourir librement les sentiers de la fantaisie, au lieu de lui faire prendre les grands airs d'une personne de cour. Il emploie, contre l'usage du temps, les vers alexandrins dans une moitié environ de sa *Concorde des deux langages*, et c'est peut-être le meilleur fragment de ses poésies. Citons tout particulièrement une description du printemps, où l'on trouve des vers charmants, tels que ceux-ci :

Là les void-on dansans par bandes et caroles,
Chantans lais pleins d'amour et de douces paroles.
Et lors les oyselets respondent à leurs chants,
Qui tous doux et privez se laissent prendre aux champs,
Et vont partout semant leurs plumettes dorées,
D'azur, de verd, de jaune et pourpre coulourées.

Cet emploi de l'alexandrin, à une époque où régnait le vers de cinq pieds, appelé pompeusement le vers héroïque, était une preuve de goût. On doit croire que cette heureuse fantaisie ne plut pas aux contemporains du poëte, car il ne la renouvela plus.

En 1508, Marguerite était régente des Pays-Bas, et Jean Lemaire exerçait auprès d'elle les fonctions d'historiographe. Il semblerait avoir dû se trouver, dès lors, dans les plus heureuses conditions de travail et d'étude, admis à une cour où affluaient toutes les illustrations de la littérature et des beaux-arts, protégé par une princesse, amie des lettres, poëte elle-même, et femme aussi remarquable par l'élévation de son esprit que par la fermeté avec laquelle elle supporta les malheurs successifs que le sort accumula contre elle, comme s'il eût voulu, en la détachant cruellement de toutes ses affections, de tous ses liens féminins, la mieux disposer au rôle viril qu'elle devait remplir dans l'histoire. Mais Lemaire n'eut point à cette cour les loisirs que trouvent d'ordinaire auprès

des princes les écrivains pourvus de charges officielles. La gouvernante l'employa à surveiller les travaux de l'église de Brou, et cette mission l'obligea à faire de nombreux voyages. M. Le Glay a publié dans ses *Analectes historiques*, qui nous ont déjà fourni des renseignements sur l'origine de Lemaire, plusieurs lettres de celui-ci, très-intéressantes, et pour les particularités historiques qu'elles renferment, et comme offrant des spécimens du style familier de l'auteur. Lemaire y parle de ses voyages et de ses occupations relatives à ses fonctions de surveillant des travaux de l'église de Brou. Ces lettres sont peu nombreuses, mais elles suffisent pour nous montrer que Jean Lemaire savait écrire d'un ton naturel à l'occasion; on y observe, d'une manière suivie, ce style clair et simple dont nous n'avons aperçu que des traces fugitives dans ses ouvrages, et qui nous a fait dire qu'il aurait pu prendre, comme écrivain, un rang supérieur à celui qu'on est obligé de lui assigner. Nous y voyons aussi des preuves de la constance de son affection et de sa reconnaissance pour Marguerite d'Autriche. Sa vie active ne l'empêchait cependant pas de continuer à écrire, car il publiait, en 1509, sa *Légende des Vénitiens*. C'est son premier ouvrage en prose; il fut composé après le traité d'alliance conclu à Cambrai, en 1508, entre Louis XII, Jules II, Maximilien, etc., contre la république de Venise, qui devait rester seule en face de tant d'ennemis redoutables. Cette inauguration du système des coalitions, système dont la France était destinée à éprouver plus tard les fâcheux effets, était une grave faute politique de Louis XII, qui aurait mieux gardé ses possessions italiennes avec l'alliance vénitienne, qu'en s'unissant à l'empereur d'Allemagne, son rival naturel en Italie. La maison d'Autriche, depuis son avénement, tendait à convertir en domination réelle la suzeraineté, toute nominale, que les empereurs exerçaient sur l'Italie depuis Charlemagne; l'intérêt de la France était de lutter contre ces prétentions; maîtresse du Milanais, elle dominait l'Italie en s'alliant à Venise. Louis XII ne le comprit pas plus que ne l'avait compris Charles VIII. Sans doute, comme tous les princes, il enviait et détestait cette république de marchands, si prospère, si puissante et si hautaine; sans doute

il convoitait ses richesses et ses possessions en Italie, et sans doute aussi Jean Lemaire connaissait bien cette haine de tous les souverains pour Venise, car son livre n'est, d'un bout à l'autre, qu'une satire d'une extrême violence à son adresse. Il veut justifier la ligue de Cambrai, la lâcheté de cette coalition des plus puissants États contre un seul, et, faute de bonnes raisons politiques, il a recours aux injures et aux calomnies. Pas de discussion, ni de raisonnement; une simple énumération des cruautés commises par les Vénitiens, cruautés telles que tous les peuples en avaient sur la conscience en ces temps barbares; puis, comme conclusion, la nécessité de leur extermination démontrée et toutes les violences contre eux justifiées. Lemaire encense le pape Jules II, sauf à lui parler plus tard sur un autre ton; il exalte la France et son roi *Loys le Grand*, et, chose plus grave, oubliant cette fois encore qu'il est Belge, il reproche aux Flamands, en termes inexorables, leur révolte passée contre Maximilien. Voilà sous quel aspect il s'offre comme historien à nos yeux attristés.

Heureusement l'écrivain vient atténuer un peu cette fâcheuse impression. Autant Lemaire s'était montré ampoulé et prétentieux dans les préfaces et dans les *pérorations* en prose, que nous avons vues jusqu'ici, autant, dans cet ouvrage, il est simple, précis et exempt d'obscurité. Il n'avait pas cru aussi bien réussir, à ce que nous apprend sa préface : « Plaise au lecteur », dit-il, « supporter bénignement la grosse tornure du langage peu élégant : car jay plus eu de regard à ce que la narration historiale soit garnie de vérité, que coulourée de fleurs de rhétorique. » Nous lui tiendrons compte de ses qualités involontaires, comme nous avons dû lui reprocher le tort de ne nous avoir pas donné, suivant la promesse que renferment les lignes précédentes, une *narration historiale* plus *garnie de vérité*. Quoi qu'il en soit, intention ou hasard, le talent s'y trouve; Lemaire est à l'aise dans la relation des faits accomplis, son récit coule sans effort, clair et limpide; là où il est trouble, c'est quand l'auteur y veut mettre du sien. Venu un demi-siècle plus tôt, Lemaire eût été peut-être un naïf et intéressant chroniqueur, au lieu de ce qu'il fut, c'est-à-dire un historien pédant et partial. Partial surtout, c'est là ce que l'on ne

peut lui pardonner. Abdiquer l'indépendance de son jugement; enchaîner sa pensée et ses sentiments aux volontés d'un puissant protecteur; changer d'opinion chaque fois que l'on change de maître; oublier totalement que l'on a une patrie, et, pis que cela, oublier que l'on a une conscience, c'est perdre tout droit à l'indulgence. Virgile a stigmatisé les traîtres par son vers fameux :

Vendidit hic auro patriam ;

mais que dire de ceux qui perdent toute notion de dignité, qui vendent leur libre arbitre ! Oui, Lemaire eût été heureux de naître un demi-siècle plus tôt ; heureux comme écrivain, car il eût employé un langage plus naïf et plus jeune, et aussi plus agréable que le jargon prétentieux de son époque ; heureux comme historien, car il se fût contenté de raconter, en vrai et simple chroniqueur, les actions de son temps, au lieu de nous donner des spéculations historiques et politiques plus intéressées qu'intéressantes.

Un passage du pamphlet contre les Vénitiens nous offre un nouvel et curieux exemple des bizarres rapprochements que se plait parfois à opérer le destin ; ces quelques lignes, au sujet de l'île de Crète, ne semblent-elles pas avoir été écrites pour ce qui se passe aujourd'hui ? « O très noble isle, jadis créée pour seigneurier sur Grèce ! Isle jadis franche et libère, maintenant asservie et esclave : jadis tant fertile et abondante en toy mesmes, et ores contrainte à stérilité par prohibition de cultivage ? Si tu estois soubs la manutenence daucun prince chrestien, bien pourroys-tu recouvrer légèrement ta resplendeur primitive, et estre un fort bolvert de chrestienté, pour batre et paraventure abatre le grand orgueil du Turc, ce qui adviendra prochainement, si Dieu plaist ! » Ce souhait charitable envers les chrétiens de Candie n'est pas encore exaucé ; mais les vœux moins généreux que forme Lemaire pour la ruine des Vénitiens se réalisèrent, du moins momentanément. Louis XII les battit et l'on se partagea leurs dépouilles. Plus tard, on vit ce même prince rechercher leur alliance. Qu'en aura dit Jean Lemaire ?

En 1510, notre auteur composa ses deux *Epistres de l'amant*

verd, les plus connues peut-être de ses poésies, ce qui ne veut pas dire qu'elles soient les meilleures. Une erreur singulière de l'abbé Goujet leur valut une réputation usurpée. L'auteur de la *Bibliothèque françoise* crut voir dans les regrets de l'amant vert l'expression du chagrin causé à Lemaire par le départ de Marguerite, qui s'était rendue en Allemagne, auprès de son père, et il en tirait la supposition de relations d'une nature tout intime entre la princesse et son historiographe. Il suffit de lire les *Epistres de l'amant verd*, pour voir que cet amant est tout simplement un perroquet que Marguerite aimait beaucoup, et qui mourut de chagrin (d'aucuns disent de vieillesse), pendant son absence. Lemaire eût été fort impertinent d'oser parler de sa protectrice dans des termes comme ceux-ci :

> Que diray-je d'aultres grans privaultez,
> Parquoy jay veu tes parfaictes beautez :
> Et ton gent corps, plus poly que fine ambre,
> Trop plus que nul aultre varlet de chambre ?
> Nu, demy nu, sans atour et sans guimpe,
> Demy vestu, en belle cotte simple...., etc.

C'est déjà beaucoup d'indiscrétion pour un perroquet.

Sans ce singulier quiproquo, les *Epistres de l'amant verd* n'eussent point effacé de réputation les autres poésies de Lemaire, dont quelques-unes leur sont très-supérieures.

Cet hommage à Marguerite d'Autriche devait être l'adieu de Lemaire à la gouvernante. Au commencement de 1511 il quittait son service. Pourquoi cette rupture avec sa protectrice? Les lettres publiées par M. Le Glay, si elles ne nous donnent pas de détails précis sur ce point, nous laissent du moins entrevoir la vérité. Lemaire fut calomnié auprès de Marguerite ; il le dit dans une lettre écrite de Blois, le 28 mars 1511, à Louis Barangier, secrétaire de la princesse, qui avait pris sa défense, « touchant ce qu'il vous plaist m'advertir de ce qu'il a été rapporté à Madame que jay deu avoir escript quelque chose contre elle, » et quoiqu'il « remercye en toute humilité Madame de ce qu'elle n'adjouste nulle foy à ses détracteurs, » il paraît cependant que ses ennemis

réussirent à le faire éloigner, « Or, » dit-il, « peust elle (Marguerite) mieulx cognoistre présentement pourquoy j'ai laissé son service; si ne m'en doibt sçavoir nul mauvais gré; mais à ceulx quy en sont cause, lesquęls n'en demoureront point impugnis; et cela je le vous promets; car Dieu est juste. Et se gardent hardiment de moy et de ma plume; mais ce sera le plus tard que je pourroye. » Nous avons tenu à citer ce passage en entier, parce que la dernière phrase atteste chez Lemaire des sentiments généreux. C'est, d'ailleurs, une observation que nous tenons à faire, et qui trouve sa place ici, que si nous avons parlé sévèrement de la vénalité de l'écrivain et de l'historien, nous n'aurions eu que des éloges à adresser à l'homme privé, car ses lettres nous le montrent plein de cœur et d'honnêteté. Il y aurait des pages curieuses à écrire sur les incompréhensibles divergences de la morale publique et de la morale privée.

Presqu'aussitôt après avoir quitté Marguerite d'Autriche, Lemaire fut appelé aux fonctions d'historiographe, auprès d'Anne de Bretagne, femme de Louis XII; Marguerite l'avait recommandé à cette reine, et lui-même s'était attiré les bonnes grâces du roi, en lui faisant hommage de son *Traicté de la différence des schismes et des conciles de l'Église, et de la prééminence et utilité des conciles de la sainte Église gallicane*, dont le titre indique assez la portée. Louis XII était en guerre avec Jules II, qui, après s'être servi de lui pour abattre la puissance de Venise, était revenu, une fois son but atteint, à sa vieille haine contre la France. Pour légitimer, aux yeux de sa conscience, ses hostilités contre le saint-siége, le roi s'était fait autoriser par un concile, réuni à Tours, à se soustraire à l'obédience de Jules II, et il avait engagé tous ses alliés à assembler un concile œcuménique pour réformer l'Église dans son chef et dans ses membres. Ce concile s'ouvrit à Pise, en 1511, mais il échoua, quoiqu'on eût, pour en préparer le succès, fait publier de nombreux écrits menaçants contre l'autorité du saint-siége. Le livre de Lemaire faisait partie de ces écrits, mais l'auteur n'en reçut pas la commande officielle, car il n'était pas encore au service de Louis XII, ce qui ressort évidemment de sa dédicace au roi, où il lui dit que « un de vos

bons serviteurs m'ha donné asseurance que vostre sublimité ne prend pas seulement en gré les œuvres des siens historiographes, mais aussi maintes fois donne recueil agréable à ce que les moindres estrangers lui présentent. » C'est après la lecture de l'ouvrage que le roi, enchanté des louanges que lui décernait l'auteur et de la façon dont il parlait du pape, lui donna la place d'historiographe d'Anne de Bretagne.

Nous retrouvons dans ce livre les qualités de narrateur que nous avons remarquées dans la *Légende des Vénitiens :* la sobriété, la précision et la clarté; mais en revanche les mêmes défauts d'historien : le parti-pris, l'absence de raisonnement et de discussion. L'auteur expose les faits à son point de vue, sans donner de preuves, puis il conclut. Il est facile d'avoir raison ainsi; mais il est facile aussi de se contredire, et c'est ce que fait Lemaire : il affirme ici que la richesse des papes et des prêtres est une chose désastreuse, tandis que plus loin, parlant contre l'hérésie de la Bohême, qui fit le vingt-deuxième schisme, il traite de mauvaise erreur et d'invention diabolique l'idée que « les prestres ne doivent tenir aucune possession. » Voilà la logique de l'historien; la même action est bonne ou mauvaise, suivant qu'elle est commise par ses amis ou par ses ennemis.

Si les adversaires de la papauté savaient ce que dit Lemaire du pouvoir temporel, certes il serait pour eux un grand homme. Suivant lui, toutes les fautes, toutes les chutes de l'Église, viennent de l'accroissement continuel de sa puissance; les donations de biens temporels faites aux papes par les empereurs, le pouvoir et l'orgueil qui en résultèrent, ont amené les schismes, les troubles et les martyrs religieux. Le jour de la donation de la liberté religieuse, par Constantin, au pape Sylvestre, on entendit la voix du démon s'écrier : *Hodiè veniemus in ecclesiâ seminavi;* « voylà, dit l'auteur, comment à l'occasion des papes le monde est troublé et sera tousjours, tant que Dieu y veuille mestre remède. » Il attaque aussi le célibat des prêtres, et prédit le « futur tres-grand vingt-quatriesme schisme en l'Église catholique et universelle » et « que ceste oultrageuse ambition de l'Église romaine sera prochainement cause finale de sa terrible persécution avec réformation. »

La réforme n'est-elle pas prophétisée là en quelques mots? Nous ne savons pas si Lemaire avait quelque penchant pour les doctrines de la réforme, s'il la devançait, mais il est certain que son livre dut avoir l'approbation des ennemis de l'Église romaine, et, qu'au point de vue de l'état religieux des esprits, il est des plus intéressants. Toutefois, comme il avait beaucoup loué le pape, deux ans auparavant, dans sa *Légende des Vénitiens*, nous sommes bien tenté de croire qu'il ne songea pas à exprimer, dans son *Traicté de la différence des schismes et des conciles*, ses propres opinions religieuses, mais qu'il n'y chercha qu'un moyen d'obtenir les faveurs de Louis XII, et nous avons vu qu'il atteignit son but.

Anne de Bretagne ne laissa pas dans l'oisiveté son nouveau serviteur; elle l'envoya en Bretagne pour y recueillir les matériaux d'une histoire de ce pays : « car la reine m'ha commandé compiler les croniques de sa maison de Bretaigne; et pour ce faire m'envoye expressément par tout le païs de Bretaigne » (lettre écrite de Blois, le 14 mai 1512, à Marguerite d'Autriche, pour la remercier de ce qu'elle n'a pas ajouté foi aux calomnies de ses ennemis). Cette histoire de Bretaigne, dont Lemaire parle encore, dans une lettre écrite en 1512, à messire François le Rouge, maître des requêtes, et imprimée à la fin de son troisième livre des *Illustrations de Gaule*, ne fut pas achevée sans doute; nous n'en avons trouvé de mention nulle part. D'ailleurs, l'ouvrage des *Illustration de Gaule et singularitez de Troyes*, auquel nous arrivons, semble avoir clôturé la carrière de Lemaire, comme écrivain. Il publia, avant cela, en 1511, deux petites pièces de vers, la *Lettre du Roy à Hector de Troyes*, dans laquelle Louis XII raconte à Hector sa victoire d'Agnadel sur les Vénitiens, et les *XXIV couplets sur la valitude et convalescence de la royne*, Anne de Bretagne, qui venait d'échapper aux atteintes d'une grave maladie, ainsi que deux morceaux en prose, *Le sauf-conduit du Soudan*, qui accorde aux sujets de Louis XII l'entrée du Saint-Sépulcre, et l'*Histoire moderne du prince Syach-Ismaïl, Sophy de Perse*, parallèle peu flatteur pour le pape, entre celui-ci et le Sophy, où l'on remarque ce passage : « maintenant nous avons donné bonne et facile conjoncture, combien il y a à dire entre un corbeau et un

colomb; » la colombe n'étant autre que le prince *Syach-Ismaïl*, qui, pour prouver la douceur de son caractère, tua sa mère sur un simple reproche qu'elle lui fit. Nous ne pouvons nous arrêter à ces différentes pièces, sans tomber dans des redites fastidieuses; elles offrent les mêmes qualités et les mêmes défauts que les autres ouvrages que nous avons déjà analysés.

Le traité des *Illustration de Gaule et singularitez de Troyes* étant l'ouvrage le plus étendu de Lemaire, nous ne pouvons nous contenter de le citer; mais, vraiment, l'obligation d'en parler nous place dans un grand embarras. Il est impossible d'analyser un pareil assemblage de fables; ce serait s'imposer la loi de donner de continuels démentis à l'écrivain, et cela sans utilité, car on n'a plus à être édifié aujourd'hui sur la valeur historique des œuvres du roi David, d'Homère, de Virgile, d'Ovide, et ce sont là les sources où furent puisés les éléments de ce travail. Il commence au déluge pour s'arrêter à Hugues Capet, et n'a d'autre objet que de prouver que les Français descendent de Francus, fils d'Hector. C'est, en un mot, une généalogie délayée. M. Altmeyer, dans sa *Notice sur Marguerite d'Autriche*, publiée par la *Revue belge*, veut bien appeler les *Illustrations de Gaule*, un travail *original*, un *chef-d'œuvre d'art*, de *science* et de *goût*; c'est de sa part une bienveillance extrême. Les admirateurs même de Lemaire, ou ne s'arrêtent pas à cet écrit, ou en confessent la pauvreté; l'abbé Massieu, dans son *Histoire de la poésie françoise*, fait un grand éloge de Lemaire; mais arrivé à l'*Illustration de Gaule*, il avoue que l'auteur, « dans son amour extrême pour la France, oubliant qu'il est historien, adopte sur l'origine des Français toutes les fables des poëtes. » Le style seul a quelque valeur dans ce roman historique; c'est celui d'un chroniqueur simple et intelligible, excepté dans les apostrophes de l'auteur à quelque grand personnage, où il s'empresse de recourir aux fleurs de rhétorique si fort de son goût. Jean Lemaire a mis neuf ans, de 1500 à 1509, à composer cette œuvre qui ne fut publiée qu'en 1512; il a fait de nombreuses et patientes recherches; il s'est livré à un travail considérable, et il est arrivé au triste résultat que nous venons d'indiquer. Il eût pu mieux employer son temps, s'il eût

parlé des événements accomplis sous ses yeux. Quel siècle a jamais offert une plus fertile moisson à l'historien que cette époque de crise et d'enfantement! Que d'intérêt, que d'enseignements dans ce bouleversement, dans cette rénovation des arts, des sciences, de la religion et de la politique. Le mouvement se fait sentir en toutes choses et partout à la fois : l'Italie avance dans les voies de la civilisation; l'Angleterre échappe aux horreurs de la guerre des Deux Roses et commence son admirable organisation politique; l'Espagne se soustrait au pouvoir des Maures; l'Allemagne voit s'établir la puissance de la maison d'Autriche; la France assiste à la ruine de la féodalité et à l'avénement de la monarchie absolue; Luther s'annonce par Jean Huss; l'imprimerie vient propager l'enseignement universel! Voilà la matière que le quinzième siècle mettait à la disposition de Jean Lemaire. Si, au lieu de s'égarer dans les ténèbres du passé, il avait jeté un coup d'œil sur son temps, il se fût acquis alors une gloire durable. Commines avait bien compris, lui, qu'en une pareille époque il fallait d'autres écrivains que ceux qui « n'escripvent que les choses à la louenge de ceux de qui ils parlent.... » Mais une pareille tâche réclamait un penseur, un politique, et Lemaire ne fut qu'un érudit, patient à exhumer les traditions du passé, absolument inhabile à analyser les passions et les caractères. La définition qu'il nous a laissée de l'historiographe, dont « le droiturier office est de démonstrer à la gent populaire les vrayes louenges de leurs princes, » prouve assez comment il comprenait les devoirs de l'historien. Quelles amères et douloureuses réflexions ne dut-il pas faire cependant sur la fragilité de ces faveurs royales, auxquelles il avait sacrifié tous sentiments de justice et d'indépendance, lorsque, après la mort de Louis XII, il se vit dédaigné, abandonné, et termina obscurément sa carrière. On a dit que, désespéré de se voir sans protecteur, il s'adonna à l'ivresse et mourut insensé. Sans admettre tout à fait cette assertion, il est difficile d'expliquer le silence absolu qui se fit sur son nom, et surtout sa stérilité presque complète après 1512, autrement que par le discrédit et le découragement.

Si nous disons que sa stérilité fut *presque* complète, c'est qu'en

effet il composa encore, après huit ans d'inaction probable, un dernier ouvrage, les *Contes de Cupido et d'Atropos*. Ces contes sont au nombre de trois : le premier est traduit de l'italien; les deux autres seulement sont de Lemaire. L'auteur italien avait raconté comment la Mort et l'Amour, s'étant enivrés ensemble dans un cabaret, se trompèrent au départ, en reprenant leurs arcs et leurs carquois. Lemaire nous dit les malheurs qui résultèrent de cet échange, entre autres, la terrible maladie que devait bientôt décrire Frascator, et comment Jupiter mit fin à ces calamités, en assemblant un tribunal de dieux, à Tours, en 1520. C'est le vers renfermant cette date, qui fixe l'époque de cette dernière œuvre connue de Lemaire. S'il avait vécu postérieurement, il aurait, sans doute, mis au jour d'autres ouvrages, et d'abord son *Histoire de Bretagne*.

Ces *Contes de Cupido et d'Atropos* sont au nombre des meilleures poésies de Lemaire, et viennent à l'appui de notre assertion, que le genre léger eût mieux convenu que tout autre à sa nature. On y trouve de l'aisance, de l'entrain et de la gaieté; pas mal de sel gaulois dans les expressions, comme le demande le sujet, mais répandu avec tact et adresse. C'est dans le deuxième conte que se trouve la description du mal de Naples ou mal français (suivant que l'on est italien ou français), laquelle a fait attribuer à Lemaire une petite rareté bibliographique : *Le Triumphe de très haulte et puissante dame Vérolle*, parce qu'en effet on y lit les vers de Lemaire sur ce sujet; mais il y a lieu de croire qu'ils y ont été seulement intercalés. Ce n'était pas un genre pour lequel il eût du penchant, ses autres œuvres en font foi, et même il garde, en risquant cette description scabreuse, une mesure extrême. Il lui faut bien appeler les choses par leur nom; mais il évite tout détail trop hardi, et marche d'un pas adroit et léger sur la pente, fort glissante en ces sortes de sujets, de la plaisanterie et de la gaillardise.

On ne sait plus rien de Lemaire, à partir de 1520, pas même la date de sa mort. Elle ne peut être fixée à 1548, comme on l'a fait; car en publiant la *Couronne margaritique*, Claude de Saint-Julien, dans sa dédicace, datée de 1544, parle de la mort de l'auteur, et l'imprimeur, dans sa lettre au lecteur, écrite en 1549,

s'exprime ainsi : « Le désir que jay tousjours eu de *remettre sus* tous autheurs et œuvres utiles que *l'injure du temps ou ha oubliés ou dépravés*, m'avait *de long temps* affectionné à nostre Jean Lemaire, » cela suppose bien un décès remontant à un certain nombre d'années. MM. Altmeyer, De Reiffenberg et Van Hasselt, après avoir parlé des œuvres de Lemaire, citent cependant la date de 1548 comme possible.

Du reste, peu importe l'année exacte de la mort de l'homme; l'écrivain seul nous intéresse. Nous savons qu'il termina sa carrière en 1520, à l'aurore d'une nouvelle école littéraire, dont les productions allaient plonger dans l'oubli celles des écoles précédentes, mais dont le règne brillant ne devait avoir qu'un éclat bien éphémère. Lemaire n'assista pas aux luttes littéraires du seizième siècle, qui, mieux que la politique, eussent répondu à sa nature et à ses goûts et dans lesquelles il eût vraisemblablement joué le rôle d'un actif champion; car c'est dans l'étude et le maniement de la langue, c'est comme écrivain, en prenant ce terme dans son acception restreinte, qu'il a montré de véritables qualités, et l'auteur de la question, que nous avons essayé de traiter, a été d'une précision remarquable en la formulant ainsi : *Apprécier Jean Lemaire comme prosateur et comme poëte* (poëte, dans le sens technique du mot, ainsi que l'indique son opposition au mot prosateur). Lemaire a été, en effet, un écrivain habile à manier la prose et les vers; ayant scrupuleusement étudié sa langue; abondant, mais parfois sans mesure; doué de plus de goût, enfin, que la plupart de ses contemporains, dont il a su éviter souvent les ridicules erreurs. Il s'est abstenu, excepté en quelques endroits de ses premières poésies, de sacrifier à la déplorable mode des jeux de mots et des bizarres combinaisons de rimes. Il paraît certain que c'est à lui que la poésie doit la réforme de la césure, que l'on faisait à l'occasion tomber sur un *e* muet, sans se préoccuper du manque de mesure qui en résultait, comme dans ce vers:

Si de | mon âm|e| quelque pitié | avez.

Cela s'appelait la coupe féminine. Marot, dans la seconde édition de ses œuvres, dit avoir été repris par Lemaire de cette faute.

Jean Lemaire a fait preuve de goût, en sachant se restreindre à quelques rhythmes choisis avec discernement; mais il n'a pas su mettre le même tact dans le choix de ses sujets. Il était né ou pour être un poëte gracieux et facile, comme nous le prouvent ses poésies légères, infiniment supérieures au reste de ses œuvres; ou pour être un agréable conteur, un continuateur de Froissart peut-être; mais il n'avait pas en lui les facultés réunies du poëte des hauts faits, comme l'Arioste, et de l'habile politique, comme Commines. Il s'est fait illusion sur ses forces, en voulant aborder de front deux genres essentiellement différents, dans lesquels des hommes tels que Voltaire ont pu seuls réussir simultanément. L'histoire et la poésie demandent des qualités trop dissemblables pour que tout autre qu'un génie supérieur puisse les concilier en lui. La sobriété, la précision, l'esprit d'analyse que doit posséder l'historien, ne sauraient exister à côté de la richesse d'imagination et de la facilité d'invention qu'exige la poésie. Il y aura, évidemment, toujours lutte dans un cerveau humain entre des principes aussi opposés, et bien audacieux est celui qui prétend aborder à la fois les deux genres. La plupart des écrivains de l'époque de Jean Lemaire avaient cette audace-là. C'est peut-être une des principales causes pour lesquelles ils ont fait de si mauvais vers et de si mauvaise prose; car il est à remarquer que ceux dont les noms sont restés célèbres, comme Commines et C. Marot, s'étaient adonnés entièrement soit à la prose, soit à la poésie. Lemaire venu, malheureusement pour lui, à une époque de transition, n'avait pas un talent assez supérieur pour devancer son temps, en s'affranchissant de ses tendances au mauvais goût, quoiqu'il semble parfois en avoir compris le danger. Comme poëte, il n'a pas égalé Villon, et il a été surpassé par C. Marot; comme historien, il est resté loin de Chastelain, et très-loin de Commines; comme écrivain, enfin, si l'on n'entend point par ce terme l'homme habile seulement à grouper des mots, mais bien celui qui sait les faire servir à leur véritable usage, l'expression des idées, il devait être bien effacé par Rabelais, qui commençait sa carrière au moment où s'achevait la sienne.

Jean Lemaire paraît, d'ailleurs, avoir pris à tâche d'arrêter

lui-même l'expansion de ses facultés, et d'entraver leur développemept. L'emploi mercenaire qu'il a fait de sa plume, sa persistance à n'écrire que des ouvrages de commande avec un parti pris évident d'adulation, lui ont été aussi nuisibles que l'ambition qui l'a porté à traiter tous les genres. Quelle inspiration peut-il y avoir dans un livre composé en vue d'obtenir les suffrages d'un protecteur puissant et d'éprouver les effets de sa libéralité? Quelle impartialité peut avoir un historien qui écrit, non pour transmettre à la postérité le jugement de son esprit, éclairé par la philosophie, sur les hommes et les événements de son temps, mais uniquement pour tâcher d'amener l'opinion publique à se rallier, quand même, aux actes du souverain dont il est le protégé? Nous ne voulons pas faire un crime à Lemaire de la fausse route qu'il a suivie, à l'exemple de tant d'auteurs de son époque; nous aimons mieux supposer qu'il accomplit en cela sa destinée, et nous en tirons cette conclusion qu'il n'était pas né pour devenir un talent original. L'individualité, quand la nature la jette dans une organisation puissante, ne se laisse pas enchaîner par les caprices de la mode; elle finit toujours par s'affranchir des entraves, et se manifeste ouvertement, hardiment, ne fût-ce que dans une seule œuvre, qui donne la mesure du talent ou du génie de son auteur. Lemaire n'est pas sorti des limites assignées aux talents ordinaires; il fut un de ces bons esprits chargés des tâches secondaires dans l'édification du temple de la gloire littéraire. Si les témoignages de ses contemporains sont si flatteurs pour lui, c'est qu'hélas il ne répondait que trop à leurs goûts : l'avenir ne devait pas le laisser au rang élevé où ils le placèrent. La principale preuve du peu de valeur de ces témoignages se trouve dans les éloges et les admirations enthousiastes prodigués à des auteurs tels que Molinet et Cretin, auxquels il était supérieur. Le temps, cette terrible pierre de touche des réputations, n'a pas ratifié les jugements portés par des arbitres trop complaisants; mais, d'un autre côté, Jean Lemaire était tombé dans un injuste oubli. D'autres ont eu les honneurs d'une monographie, qui n'étaient point au-dessus de lui. Poser la question que l'Académie a mise au concours, c'était donc faire un acte de justice. Il

était bien de convier les écrivains belges à rendre à un des leurs la place qu'il doit occuper dans l'histoire littéraire. Peut-être, dans notre tentative pour répondre à ce sentiment d'équité, nous aura-t-on trouvé parfois un peu sévère. C'est qu'il se sera fait en nous, involontairement, une réaction trop forte contre les suggestions de notre amour-propre national, qui nous eût volontiers porté à exagérer les mérites de Jean Lemaire, jusqu'à faire de lui un écrivain d'un ordre supérieur. Mais au-dessus des sentiments de satisfaction personnelle, il y a les exigences impérieuses de la vérité, auxquelles nul écrivain, si obscur qu'il soit, n'a le droit de se soustraire. D'ailleurs, si la devise de Lemaire : *De peu assez*, était sincère; si elle était réellement l'expression complète de son ambition, il sera satisfait de la place que nous assignons à son nom dans l'histoire de la littérature française : parmi les hommes de talent, mais non pas à la tête de la cohorte sacrée; à mi-côte du Parnasse, mais non pas au sommet.

FIN.

STATISTISCHE VERHANDELING

OVER DEN

VOORMALIGEN EN HEDENDAAGSCHEN

STOFFELIJKEN EN ZEDELIJKEN TOESTAND

DER

GEMEENTE NAZARETH,

DOOR

FRANS DE POTTER EN JAN BROECKAERT.

(Bekroond door de Klas der Letteren aan de Koninklijke Academie van Wetenschappen, Letteren en Schoone Kunsten van België.)

INLEIDING.

Herhaalde malen heeft men gezegd, dat ons vaderland onder de vruchtbaarste en bestbebouwde landen van de wereld mag geteld worden. Evenzeer is het eene waarheid, dat eene volledige geschiedenis van den Vlaamschen akkerbouw te gelijker tijde het verhaal zijner beschaving en van den oorsprong van zijnen handel en nijverheid zijn zou.

De akkerbouw is het uitgangspunt der burgerlijke samenleving geweest. Voordat hij beoefend werd, zien wij enkel zwervende volksstammen, jagers of veehoeders. Het waren wel geene wilden, maar ook geene beschaafde menschen, in den zin, die tegenwoordig aan dit woord gegeven wordt, vermits zij niet in burgerlijke maatschappij vereenigd waren. 't Is de landbouw geweest, die de zwervers heeft doen stil houden op den kouter, in het bosch, in de weide, waarvan de rijkdom of bekoorlijkheid hen bij voorkeur toelachte.

Bij de oude Belgen van Caesar's tijd was, vooral, de veeteelt in bloei en ontwikkeling. De Menapiërs en Morinen, die nagenoeg het oude Vlaanderen bewoonden, kweekten zooveel slachtdieren, dat zij, naar de getuigenis van Strabo, niet alleen de stad Rome, maar zelfs geheel Italië van gezouten zwijnen- en ossenvleesch voorzagen. Ook de handel in ganzen was er uitermate groot, ten genoegen der Romeinsche lekkerbekken, die van dit gebraad hunne lievelingsspijs hadden gemaakt.

Toen Caesar's legioenen ons land naderden, trokken de

bewoners, om zich aan de overheersching des machtigen vreemdelings te onttrekken, in hunne bosschen en moerassen; evenwel was te dien tijde reeds een gedeelte des bodems bewerkt, en had men geleerd het slijk en de mergel der rivieren en moerassen met het dorre zand van duin of heide tot meerdere vruchtbaarmaking te vermengen. Maar wie zal zeggen, hoeveel zweet en arbeid die bewerking onzen vaderen heeft gekost! Caesar, Strabo, Dio Cassius, schilderen Vlaanderen af als een armoedig, onvruchtbaar en verlaten gewest, gehuld in koude, nooit opklarende nevelen, onvoorzien van groote, volkrijke steden en vlekken, en, hier en daar, in de heide en in 't moeras, ellendige hutten, waar de jager, herder of landbouwer zich zeker over geen benijdenswaardig lot verheugen mocht. De H. Paulijn, die in de IVe eeuw leefde, geeft geene andere beschrijving van Menapië. Tweemaal daags bedekten de zeegolven de lage vlakten, tot verre in het land, zoodat de bewoners dezer streek telkens genoodzaakt waren zich op de door natuur of handenarbeid gevormde heuvelen tegen het water te beschutten.

Gedurende de acht eerste eeuwen onzer tijdrekening kwam er aan dezen toestand weinig verandering. Het verblijf der Romeinen in ons vaderland was onzen landbouw niet ongunstig geweest: het gebruik van den ploeg, den vlegel en de pik werd door hen ingevoerd. De teelt der tarwe en eeniger andere vruchten werd zoo goed verzorgd, dat twee eeuwen nadat de Romeinen onzen bodem hadden overmeesterd, onze landbouw geene mindere achting genoot dan die van Italië. Geheel Gallië, volgens de getuigenis van Strabo, bracht eene aanzienlijke hoeveelheid tarwe, gerst en eikelen op, en was heinde en verre om zijnen veekweek bekend.

Ongelukkig werd die voortgang gedurende eenen langen tijd gestremd. De invallen der Noordsche barbaren, die enkel schenen te leven voor den moord en de vernieling, en wier verschijning telkens een vreeselijke geesel voor deze landen was,

deden de landbouwers van akkers en weiden vluchten, en eene schuilplaats zoeken in de bosschen of in de steden, die echter al weinig meer dan de dorpen en de kloosters tegen de woede der barbaren beveiligd waren. De HH. Fuscianus, Piatus, Chrysolius, die den Menapiërs en Morinen de beschaving hadden gebracht, vielen als martelaren voor de edele zending, welke zij zich hadden opgelegd; maar twee honderd jaren na den verdelgingstocht der Hunnen en Wandalen voerden andere evangelische zendelingen te gelijker tijd met de leer van Christus de landbouwwetenschap in Vlaanderen in. In het Heidendom hadden onze vaderen noch zachtheid van zeden, noch gevoelens van menschenliefde, noch verhevene begrippen over maatschappelijke deugden geput. Zoo vond de H. Amand in Vlaanderen een volk, even woest als de grond, waar het op leefde, ja met zulke wreede gevoelens bezield, dat volgens Baudemund, leerling van genoemden geloofspredikcr, de taak voor eenigen tijd moest opgeschorst worden, uit oorzaak van de weinige middelen, die de zendelingen hier vonden om in hun levensonderhoud te voorzien. De liefde behaalde in dien harden, moeilijken strijd eindelijk de zege; niet alleen rees alom, aan de oevers der rivieren, te midden der bosschen, heiden en moerassen, het kruis, als zinnebeeld der nieuwe godsdienstleer, maar de abdijen van St.-Baafs en St.-Pieters, te Gent, en van St.-Bazijn, te Drongen, kwamen schier tenzelfden tijde als die van Elnon en St.-Bertijn tot stand, die alle middelpunten werden van eene wetenschap, beschaving en landbouwkunst, waarvan de bewoners aan Leie, Schelde en Zee zich tot dan toe geen denkbeeld hadden kunnen vormen.

De Frankische koningen van den Merovingischen stam begiftigden deze gestichten zoozeer om staatkundige belangen als uit ijver voor den godsdienst, en zoo werden deze van lieverlede machtig rijk aan uitgestrekte landgoederen, welke onmiddellijk door de kloosterlingen ontgonnen, beploegd en

gemest werden. Om des te beter te slagen, stelden de groote abdijen een' of meer hunner monniken in de afgelegene bezittingen aan, gelast er het bestuur van waar te nemen en terzelfder tijde de belangen van den godsdienst te behartigen. Zoo rees er naast die hofsteden, door hen gebouwd, weldra eene bidplaats op, die welhaast tot eene proosdij werd verheven, en waar rondom eene bloeiende gemeente oprees. De proosdij van Papingloo, te Maldegem; van Eename, te Kluizen; van Drongen, te Nevele en Tusschenbeke; van St.-Amand, te Kortrijk; van Corbie, te Huise; van St-Bertijn, te Poperinge, en zoovele andere, kwamen op deze wijze tot stand, terwijl de St.-Pietersabdij, onder andere, de priorij van Kluizen, in het land van Waas, tot stand bracht, en pachthoeven en schuren, zonder priorij te Idegem, Smeerhebbe, Hillegem, Letterhouthem, Krombrugge (Merelbeke), Desselgem, Dikkele, Meilegem, Mater en elders. Het is eene waarheid, door de geschiedenis bevestigd, dat de bestbebouwde streken van ons vaderland diegene waren, welke aan kloosters toebehoorden, en dat op die plaatsen ook de zeden zachter, de behoeften geringer waren dan elders.

Het tijdvak van Karel den Groote was onzen lande buitengewoon heilzaam; de invloed zijner wijze wetten deed zich ook op den Vlaamschen akkerbouw gevoelen, en nijverheid en handel ontwikkelden zich op eene merkwaardige wijze. Hoe jammer, dat die te gelijk zedelijke en stoffelijke vooruitgang na 't overlijden diens machtigen keizers weer door invallen van Noordsche barbaren gestremd werd! Vlaanderen stond evenwel uit de puinen, waarmede het geheel en al overdekt was geworden, weder op, en een zelfstandig bestuur, onder eigene vorsten, bekomen hebbende, sloeg het vastberaden en met al de geestdrift der jonge natiën den weg der verbeteringen in. Te allen kante rezen volkrijke gemeenten op, begiftigd met keuren, privilegiën, vrijdommen van allen aard: geen volk des aardbodems was ooit in gunstigere om-

standigheden opgekomen, dan dat, welk tusschen de Zee en de Schelde uit de verlatenis en de ellende oprees. Bosschen werden ontgonnen, heiden beploegd, moerassen droog gelegd, het geweld der Zee bedwongen, ja, de Zee achteruitgedreven! Eene lange streep lands, ongeveer twee uren breed, werd op de zoute golven afgewonnen, en herschapen in polders, die de rijkste beemden en de weelderigste akkers werden. En dieper in het land, waar het zeewater bij iedere hooge tij over de vlakten gestroomd, en golven, poelen en meren gevormd had, werden deze afgedijkt, en door grondige kennis en aanhoudende vlijt tot het vruchtbaarste gedeelte des lands gemaakt.

Het begin der XII[de] eeuw was gekenmerkt door inlandsche partijworstelingen, die tot jammerlijk gevolg hadden den vooruitgang in zijnen wonderlijken loop opnieuw tegen te houden. De Duitsche vorsten maakten gebruik van dien toestand, om Vlaamsche landbouwers naar hunne staten te lokken, ten einde daar de ten onzent gevolgde stelsels van ontginning, bemesting, droogmaking en teelt in te voeren. De aanbiedingen waren te kostelijk, om niet een groot getal onzer landgenooten te bewegen, den vadergrond vaarwel te zeggen, waar zij noch vrede noch veiligheid vonden. De aartsbisschop van Bremen en Hamburg stond den uitwijkelingen kosteloos moerassen en heiden af (1106); Albrecht, markgraaf van Brandeburg (1144), Hendrik de Leeuw, hertog van Saksen, en de koningen van Engeland riepen ook Vlamingen in hunne staten, en verleenden hun schoone voorrechten. In Thuringen, Holstein, en zelfs in Zevenbergen en Zuid-Oostenrijk, hebben zich Vlaamsche koloniën nedergezet, die aldaar hunne taal, zeden en wetten overbrachten, nog heden door hunne afstammelingen gedeeltelijk bewaard! Ook moet er eene uitwijking van Vlamingen in het naburige Brabant hebben plaats gehad, te oordeelen naar verscheidene namen van plaatsen aldaar, welke in West-Vlaanderen worden

teruggevonden, zoo als Kortrijk, Tielt, Meulebeke, Rozebeke, enz. — Het mag zeker als geen geringe titel van roem voor ons land aangestipt worden, dat die Vlaamsche uitwijkelingen in het overzeesche rijk eenen ganschen ommekeer aan de daar in zwang zijnde stelsels van grondbewerking gaven. Inderdaad, zij leerden er de hoppe, rapen en eene menigte andere groenten planten en zaaien, dijken tegen de overstroomingen van de Zee en de rivieren opwerpen, windmolens oprichten om de moerassen en vijvers uit te pompen, enz. — Vlaanderen, zegt Em. de Laveleye, was in dien tijd voor Engeland, wat dit rijk thans voor het vasteland is.

De XII[de] en XIII[de] eeuw maken het gulden tijdvak van den Vlaamschen akkerbouw uit; althans hij verkreeg gedurende dit tijdvak eene ontwikkeling, waarvan de weerga in de geschiedenis niet te vinden is. Moeten wij de kloosters opnoemen, welke op alle punten des lands in 't leven geroepen en rijkelijk begiftigd werden door de vorsten en aanzienlijke geslachten des lands? Alle toch waren zoovele brandpunten van beschaving en stoffelijken vooruitgang, Eldorados in de onmetelijke woestijn en het ondoordringbare woud, waarmede Vlaanderen toen nog voor een zeer groot gedeelte bedekt was. Ja, het dient opgemerkt te worden, dat zoowel vrouwen- als mannenkloosters bij voorkeur schijnen opgericht te zijn in zulke oorden, welke slechts door wolven bewoond of met doornen begroeid waren, als scheen te gelijk met den godsdienst de landbouw, uit hoofde van even dringende behoefte, de eerste plaats in de betrachtingen der monniken te bekleeden. Zoo kwam, onder meer andere nog, de abdij van Doornzele in eene gansch met doornen begroeide plaats tot stand; zoo had, vroeger nog, graaf Dirk van den Elzas aan de abdij van de Duinen al de duingronden afgestaan, welke zij in cultuur brengen wilde (1129); zoo was aan Drongenabdij ten jare 1136 de woestijn en het moeras van het later in de overstroomingen verdwenen Hulsterloo, bij Kieldrecht,

afgestaan, en door dit sticht eene plek in bebouwing gebracht, waaromtrent wij in 't epos : *Reinaert de Vos*, dagteekenende van de XII^{de} eeuw, lezen :

« Dats een der meeste wildernisse
» Die men bevet in eenich rike, »

vol moeren, en waar « somwilen in een alf jaer weder man nog wijf en quam. »

Het waren evenwel de geestelijke gemeenschappen niet alleen, aan welke de onbeploegde landen werden overgelaten : Joanna van Constantinopel, onder anderen, schonk in den aanvang der XIII^{de} eeuw een aanzienlijk deel harer onbebouwde eigendommen te Gits, Lichtervelde en Torhout, aan de landbouwers, die ze ontginnen en vruchtgevend maken wilden.

Waren er zeer vroeg, mogelijk reeds in de X^{de} of XI^{de} eeuw, voor de aan de Zee palende streken wateringsbesturen ten onzent ingericht, de aandacht der kloosterbroeders en andere vermogende grondbezitters vestigde zich insgelijks op de uitgestrekte moeren te midden des lands. Reeds ten jare 1172 deed Willem van Kortrijk, op eigene kosten, een moeras tusschen Burburg en Watten droogtrekken en in bouwland veranderen. Honderden charters bewijzen, welke onmetelijke uitgestrektheid van moeren door de Benedictijnermonniken en andere, daar mede begiftigd, voor den akkerbouw gewonnen werden. Werpt men eenen oogslag op de kaart van Vlaanderen, bepaaldelijk aan den noordkant, onmiddellijk vindt men de herinnering van talrijke moerassen in de plaatsnamen voortleven : rondom Brugge, bij voorbeeld, ontmoet men *Assebroek*, *Breebroek*, *Moerkerke*, *Moerstraat*, *Moerbrugge*, *de Witte Moer*, *Puienbroek*, enz.; omtrent Axel en Assenede komen wij aan de *Leghemoer* (1248), de *Oude Mourstrate*, *Coudebrouc*, *Moere*, *Moerspui*, en dergelijke. De waterschappen en moeren, die intusschen in den vroegeren toestand bleven, waren aan wettelijke verordeningen onder-

worpen, en door *watergraven* en *moermeesters* beheerd. In de XIII[de] eeuw werd ook een reglement uitgevaardigd voor de aan St.-Pieters behoorende *turfmanscepen*, en ambtenaren vóor dezen tak van openbaren dienst aangesteld. — Het moeras de *Blankaard*, tusschen Woumen en Merkem, de *Kranepoel*, te Aalter, het meer van Berlare, eerst onlangs droog gelegd, en die van Dikkebusch en Zillebeke, kunnen ons een denkbeeld geven van hetgeen soortgelijke moerassen en stilstaande wateren in de middeleeuwen geweest zijn.

De nijverheid stond in nauw verband met den landbouw. Bloeiende weverijen verspreidden te allen kante voorspoed en weelde. Reeds ten tijde der Romeinen maakten de saaistoffen der Morinen eenen belangrijken handelstak uit, en het wollespinnen en de weverij werden onder Karel den Groote onder de voornaamste vrouwelijke handgedaden gerekend. De wolle was in Vlaanderen in overvloed : schier al de weiden, langsheen de zeekust, werden tot den kweek der schapen benuttigd [1]. De Engelsche kroniekschrijvers van de XII[de] en XIII[de] eeuw getuigen, dat de Vlaamsche landbouwers, door de koningen naar Engeland geroepen om er den grond te bewerken, in staat waren laken te weven.

Wij achten 't overbodig, hier al de getuigenissen van de middeleeuwsche schrijvers over den bloei onzes akkerbouws aan te halen. GUALTERUS, de kroniek der abdij van Watten, geschreven in 1088, WILLEM BRITTO, die Vlaanderen in 't begin der XII[de] eeuw doorreisde, GLANVIL, meer gekend onder den naam van BARTHOLOMEUS ANGLICUS, de *Philippeïde*, en meer andere getuigen van die tijden, bekennen eenparig, dat Vlaanderen een bij uitstek vruchtbaar, rijk gezegend oord was, « overvloeiende van melk en honig. » Herinneren wij hier slechts wat de geschiedschrijver DE MEYER over onzen

[1] Zie, voor bijzonderheden nopens dezen nijverheidstak, GHELDOLF's *Histoire de la ville et châtellenie d'Ypres.*

landbouw schreef : « De vruchten, door onzen bodem voortgebracht, bestaan in granen, gerst, haver, boonen, erwten, kemp, vlas, hop, rapen, enz. In eenige plaatsen wordt het land met kalk gemest. Langs de kusten zijn eenige landen zoo vet, dat zij noch vette noch braakliggen behoeven. De laagste deelen van Vlaanderen brengen de beste tarwe voort, en zijn beter dan de hooge, waar doorgaans maar rogge wordt geteeld. Eenige deelen, bijzonderlijk omstreeks Gent en Brugge, zijn onvruchtbaar, doch er worden door verscheidene personen pogingen aangewend om die zandachtige gronden te beploegen en winstgevend te maken [1]. Met lijn- en koolzaad maakt men olie. Het appelsap dient om den smakelijken cider te bereiden, en uit de noten wordt een slag van olie geperst. Overal treft het oog eene zoo groote menigte tuinen, boomgaarden, weiden, bosschen, vischrijke rivieren en beken, geneeskundige planten, bloemen en vruchten aan, dat de vreemdelingen, die ons land bezoeken, er verwonderd over zijn. »

Wat De Meyer over ruim 330 jaren schreef, werd naderhand door Marchant en Sanderus herhaald, een bewijs, dat te hunnen tijde aan dezen toestand weinig of geene verandering was toegebracht; wel hadden de inlandsche onlusten der XVI^de^ eeuw, en de schier aanhoudende oorlogen der XVII^de^ en XVIII^de^ eeuw eenen zeer ongunstigen invloed op de landbouwnijverheid; doch na elke ramp, na iedere verwoesting rees de bevolking van Vlaanderen met frisschen moed weder op, en ieder tijdstip van vrede en rust werd benuttigd, om zulke maatregelen ter uitvoering te brengen, als voor de ontwikkeling der landbouwnijverheid noodig was bevonden.

In de XVII^de^ eeuw werden talrijke dorpen door het graven

[1] De Meyer doelde hier waarschijnlijk op de zandachtige streek in Maldegem, Zomergem en Aalter; St-Denijs-Westrem, Nazareth en Deurle; den *Hanout*, te Bervelde; het *Beverhoutsveld*, bij Oedelem en Oostkamp, enz.

van kanalen, en in de XVIII[de], door het aanleggen van groote banen verbeterd. Deze nieuwe middelen van gemeenschap hadden tot gelukkig gevolg, den handel te vergemakkelijken, de aangrenzende landerijen eene meerdere waarde te geven, en de bemesting van dorre gronden gemakkelijker en min kostbaar te maken.

Maar het was vooral der XIX[de] eeuw voorbehouden, den akkerbouw eenen vroeger nooit gekenden bloei te doen bereiken, ja, er eene gansche omwenteling in tot stand te brengen, dank aan zijn innig verband met de steeds toenemende nijverheid, die andere hoofdbron van den openbaren voorspoed; dank aan de wetenschap, die zoovele wonderen schiep en zoovele nieuwe werktuigen en tot heden verwaarloosde stoffen den landbouw wist dienstbaar te maken; dank, eindelijk, en wel het meest, aan den weldoenden vrede, dien Vlaanderen en het overige des lands sedert nu meer dan eene halve eeuw heeft mogen genieten.

Wij hebben gemeend onze statistische verhandeling over de gemeente Nazareth door deze vluchtige schets van de geschiedenis des Vlaamschen landbouws te moeten doen voorafgaan, om des te beter den zedelijken en maatschappelijken toestand onzer bevolking in vroegere tijden en heden te doen uitschijnen. Wij verkozen Nazareth, onder al de Vlaamsche gemeenten, daar zij ons, meer dan eenige andere, geschikt toescheen om het onderscheid te doen zien, hetwelk tusschen het verledene en het heden is op te merken, en onzen landgenooten de plaats te kunnen aanwijzen, waar het taaie geduld, de onvermoeilijke vlijt, de deugd en het vernuft hunner vaderen de heerlijkste zege op de dorre natuur heeft bevochten.

EERSTE HOOFDSTUK.

STOFFELIJKE TOESTAND.

§ 1. — *Landbouw.*

De gemeente *Nazareth*, gelegen op 16 kilometers afstands ten zuidwesten van Gent, tusschen de Schelde en de Leie, is eene der uitgestrektste van de provincie. Zij heeft eene oppervlakte van 3460 hectaren [1], nagenoeg het 86ste deel van het grondgebied van Oost-Vlaanderen, of het 851ste des geheelen koninkrijks [2]. Volgens het laatste tienjaarlijksche vertoog over den toestand van het land, bevindt deze gemeente zich op 50° 57′ 36″ poolshoogte, en 1° 15′ 44″ ten oosten der middaglijn van Parijs. Haar bodem, een der van natuer onvruchtbaarste der provincie, is zeer plat, door geenen enkelen waterloop van eenig belang bevochtigd, en ligt 11m,02 boven de lage Zee te Oostende.

Er zijn weinig gemeenten, die zoo dor en woest zijn geweest,

[1] De grootste gemeente der provincie is *Maldegem*, met 6275 hectaren. Vervolgens komen: *Aalter* (4633 h.), *Lokeren* (4348 h.), *Moerzeke* (3791 h.), *Nazareth* (3460 h.), *Evergem* (3343 h.), *Assenede* (3224 h.), *Wachtebeke* (3221 h.), *Waasmunster* (3200 h.), *Zele* (3196 h.), *Ronse* (3173 h.), *Stekene* (3122 h.). — De kleinste gemeente is *Neigem*, met 106 hectaren.

[2] Sedert het stellen dezer verhandeling, namelijk krachtens de wet van 2 Juni 1868, is de wijk *Pinte* van Nazareth afgescheiden geworden en tot afzonderlijke gemeente ingericht. Dientengevolge heeft Nazareth nog slechts eene grootte van 2,835 hectaren.

en waar de landbouwer meer geduld en krachten heeft moeten bijzetten, om den grond tot vruchtbaarheid te dwingen, als Nazareth; doch men vindt er ook weinige, over welke er van in de middeleeuwen zoovele bronnen nopens hunnen landbouw bestaan, — twee beweegredens, die ons wel het meest er toe genoopt hebben om deze gemeente, vóor alle andere, tot onze verhandeling uit te kiezen.

De oorsprong van Nazareth, als bewoonde plaats, klimt, onzes dunkens, tot niet hooger op dan de IX^de^ of X^de^ eeuw; trouwens, hij, die met den alouden staat dezer streek eenigszins bekend is, weet — en de namen der aanpalende gemeenten *Eeke* en *Kruishouthem* bewijzen 't — dat zich oudtijds hier een diep, uitgestrekt woud uitbreidde, hetwelk, bij de toenemende boschuitroeiing, eerst sedert een dertigtal jaren op eene groote schaal aangevangen, slechts in onze dagen, om zoo te zeggen, voor goed aan 't verdwijnen is.

Wij kunnen, tegenstrijdig met de meeste onzer etymologen, niet aannemen, dat dit dorp zijnen naam aan een beeld der Moedermaagd, hier, volgens de legende, aan eenen boom gevonden [1],

[1] Ziehier deze legende, zoo als zij bij De Reume, in *Les Vierges miraculeuses de la Belgique*, bl. 14, voorkomt:

Zekere heer, wiens eigendommen aan het grondgebied paalden, alwaar Nazareth namaals oprees, werd op zekeren dag, te midden van het woud, door wilde dieren (sommigen zeggen, door een vreeslijk onweder) overvallen. Onmachtig als hij was om zich te verdedigen, en geene hoop op redding ziende, nam hij zijne toevlucht tot de Moeder Gods, wier beeld hij daar juist aan eenen boom zag hangen. Zijn gebed werd verhoord, en om zijne dankbaarheid over zulk eene gelukkige verlossing te bewijzen, nam hij voor, op eene daartoe hem best geschikt voorkomende plaats, eene halve mijl verder, naar Deinze toe, eene kapel te bouwen. Doch ziet, nauwelijks waren de bouwstoffen er aangebracht, of ze verdwenen, en werden gevonden ter plaats zelve, alwaar de heer aan den dood was ontkomen, zoo dat er geen twijfel bestond, of het was een oppermachtige wil, dat de kapel aldaar gebouwd wierde. De plaats van dit voorval zou de wieg van Nazareth, en het beeld der Moeder Gods, dat men, onder den naam van *Onze Lieve Vrouw van Nazareth*, thans nog in de kerk vereert, hetzelfde geweest zijn dat tot de oprichting der kapel zou aanleiding hebben gegeven.

Eene kroniek, ten stadhuize van Oudenaarde in Hs. bewaard, geeft nopens de stichting der eerste bidplaats de volgende legende op:

zou te danken hebben. Volgens ons, is die beteekenis in de uitzonderlijk slechte gesteldheid der gemeente te zoeken, en ging het denkbeeld van de armoede haars bodems in de taal en in haren naam over. Inderdaad, het is zeer eenvoudig, dat eene onaanzienlijke, armoedige plaats door hare bewooners of die van bloeiender gemeenten, daeromtrent gelegen, bestempeld werd met den naam van *Nazareth*, die, in eenen tijd van diep geloof en godsvrucht, en juist als er de eerste christene bidplaats werd opgericht, het treffendste zinnebeeld van naaktheid, armoede en behoefte kon geacht worden.

Dat een groot deel dezer gemeente reeds zeer vroeg door den landbouw ingenomen was, bewijzen het groot getal pachthoeven te dezer plaats, waarvan de openbare archieven, en inzonderheid de *Jaarregisters* der stad Gent, die kostelijke bronnen voor de kennis der oude topographie, zoo van landelijke gemeenten als van Vlaanderens hoofdstad, melding maken. Met den in dit vak zoo bevoegden Em. de Laveleye overtuigd, dat de oude pachtvoorwaarden veel licht over de geschiedenis van den landbouw kunnen spreiden, willen wij eenige zulker kontrakten van Nazarethsche

« In 't jaer 1240, den biscop van Doornick treckende naer Dronghen om daer te reformerene, quam up deze contreye, soo men seyt, ende creech vaek, dat hy in slaep viel. Daer openbaerde haer Maria, ende begheerde ter selver plaetse een kercke ghefondeert te hebbene, maer in dien droom en beloofde hy niet. Voortgaende, bleef met den voorn vaeck ghequelt, en moeste noch tweemael slaepen, daer elcken keer het voorn. hem ghebeurde, zoo dat hy beloofde, zoo hem dochte, ter voorsreven eester plaetse eene kercke te stichtene ter eeren van Maria, en die heet Nazareth.

» Curts daer naer keerende tot Doornicke, heeft het voorschreven aen zyn capittel gheaduerteert, die daer in oock gheconsenteert hebben, ende zonden derwaerts metsers en temmerlieden, welcke, niet wetende waer de plaetse was, hebben op eenen houck ontrent Huusen begonnen metsen en temmeren, maer zoo vele dat zy by daeghe ghemaeckt hadden, wiert by nacht van de inghelen ghedreghen op de plaetse, daer nu de kercke staet, en waer den voorn. biscop eerst ghedroomt hadde.

» Op de plaetse, alwaer de metsers eerst hadden begonst te werken, ligghen noch vele groote steenen.

» Aldus wiert Nazareth gheheeten, dat te voren Scheldevelt ghenaempt was, welcks naeme noch tot heden bleven is aen een goet van Sint-Pieters. »

landerijen ontleden, om te doen zien, dat de zoo hoog en te recht geprezene Vlaamsche landbouwkunst niet van gisteren dagteekent, en men in de oude tijden reeds de kenteekenen vindt, die tegenwoordig nog de landbouwkunst in Vlaanderen onderscheiden.

Onder al deze hofsteden was het *goed te Scheldevelde* verreweg het voornaamste, en ongetwijfeld de oudste bezitting der machtige St.-Pietersabdij in deze gemeente. Wij vinden het voor de eerste maal vermeld in eene charter van de IXe eeuw (tusschen de jaren 815 en 844), onder den naam van *Sceldehelt* (Scheldehout, Scheldebosch) : ..... « Nec non et in silva que » vocatur Sceldehelt portionem forestis nostre quam vobis dare » jussimus in qua saginari possunt porci tempore glandis plus » minus numero quinquaginta [1]. »

Toen voor het grootste gedeelte bosch, en zoo uitgestrekt, dat het volgens Eginhard 50 varkens met zijne eikels voeden kon, werd dit goed in den aanvang der XIIIe eeuw nog aanmerkelijk vermeerderd door de gift van den ridder Gijsbrecht van Zottegem, die ten jare 1221 niet min dan 225 bunder heide, bij Scheldeveld, St.-Martens-Laathem en Malte (St.-Denijs-Westrem), welke hij van de abdij in leen hield, aan hetzelfde sticht afstond [2].

[1] VAN DE PUTTE, *Annales abbatiae sancti Petri Blandiniensis*, bl. 72. — *Charters der St-Pietersabdij*. Prov. archief van Gent. — A. VAN LOKEREN, *Chartes et documents de l'abbaye de Saint-Pierre, à Gand*, I, 17.

[2] « In nomine Patris et Filii et Spiritus sancti. Amen. Ego Giselbertus, miles de Sotengem, notum facio universis presentem cartam inspicientibus vel audientibus, quod cum dominus Gerardus, bone memorie, miles de Sotengem, frater meus, homagium fecisset viro venerabili Arnoldo abbati sancti Petri Gandensis, pro ducentis et viginti quinque bonariis wastine, que iacet in confiniis de *Malthe* et *Lathem* et *Sceldeveld*, ipse Gerardus partem quandam predicte wastine tribus militibus, scilicet Gerardo de Olsene, Wilhelmo de Welline et Olivero de Walenbeke, in feodum de se concessit tenendam. Cumque, prenominato Gerardo ex hac vita sublato et hereditate ipsius plenarie ad me devoluta, ego Giselbertus, tamquam heres eius proximus, homagium pro hac wastina predicto abbati facere vellem, cepit ipse abbas conqueri et dicere quod wastinam illam michi waranthisare non poterat pro conditione quadam que erat inter ipsum abbatem et Balduinum scultetum de Assene, qui ius habebat in ipsa wastina et quoniam conventus suus consentire nolebat. Ego vero dominum abbatem et ecclesiam sancti Petri dampnum

Vijf jaren later (1226) zag Walter de Marvis, bisschop van Doornik, ten voordeele der St.-Pietersabdij van de novale tiende op Scheldevelde af, terwijl graaf Fernand den 22 September 1229 de abdij ontsloeg van de betaling der renten, die te zijnen voordeele op de aan Scheldevelde palende heiden geheven werden [1].

Deze gronden, omtrent het midden der XIII[e] eeuw in cijns

vel gravamen aliquod iustinere nullatenus volens, predictam wastinam ipsi abbati et ecclesie sue libere et absolute reddere deliberavi. Unde dicta statuta presentibus domini abbatis et meis adiuratis hominibus abbatis ab ipso adiuratis hominibus meis a me et interogatis quomodo hoc certius fieri posset ad opus abbatis et ecclesie sue, communicato consilio iudicaverunt quod homagium abbati facerem de ipsa wastina et quod tres milites supradicti homagium michi facerent sicut fratri meo fecerant deinde homagium suum michi redderent et quidquid iuris in sepedicta wastina ipsis a fratre meo vel a me collatum esse, videbatur quitam clamarunt et michi plenarie resignarunt et exfestucarunt a sic tandem, cum nullus nisi ego solus occasione homagii mei aliquid in wastina habebam, vel habere vel clamare poteram, libere et absolute abbati et ecclesie sue in puram et perpetuam elemosinam traderem et reconsignarem; pro salute itaque anime fratris mei et mee omnia supradicta sicut adiudicata fuerunt plenarie perfeci. Quicquid autem in wastina tociens nominata habebam vel habere videbar plenissime domino abbati et ecclesie sancti Petri Gandensis reconsignavi et in puram elemosinam super altare maius beati Petri offerens donavi. Et ut hoc factum meum a nullo successorum meorum in posterum valeat infringi, presentem cartam rem gestam continentem sigilli mei impressione et testium subscriptione dignum duxi communire.... Actum anno Dominice incarnationis milesimo ducentesimo vicesimo primo, mense Mayo. »

(*Charters der St.-Pietersabdij.* — Prov. Archief, te Gent.)

[1] « Fernandus Flandrie et Haynonie comes, omnibus presentes litteras inspecturis salutem. Noverit universitas vestra quod nos quittam clamamus ecclesiam sancti Petri Gandensis et homines eiusdem conventus, preter Philippum dictum Regem, de omni poinctura wastinarum versus *Scheldevelde*, quas incluserant usque ad hanc diem erga Nos intercipiendo, et pro tantum quando abbas dicte ecclesie placuerit in curia nostra venire, secundum observationem privilegiorum ecclesie sue et tenuram eiusdem ecclesie et secundum tenuram nostram et antecessorum nostrorum, dicto abbati judicium et legem faciemus. Datum Gandavi anno Domini MCCXXIX° in crastino beati Mathei apostoli. »

(*Idem.*)

gegeven aan Willem, zoon van Gwijde van Dampierre, ter gelegenheid zijns huwelijks met Beatrix, dochter des hertogen van Brabant, brachten toen niet min dan 28 pond 13 schellingen 9 deniers op [1]. Dat een groot gedeelte dezer streek toen reeds bebouwd werd, blijkt uit de omstandigheid, dat in 1249 de gravin van Vlaanderen aan het bisdom en het kapittel van Doornik oorlof verleende om aldaar, ter berging van de opbrengst der hun toebehoorende Scheldevelde-tiende, drie of vier schuren te bouwen.

Ten jare 1259 verpachtte de abt aan Godfried, pastoor van Nazareth, voor een tijdvak van negen jaren, de tienden van het naburige Eeke en die van omtrent tachtig bunder [2] land te Scheldevelde, *Geethscure* (insgelijks te Nazareth) en *Cuerste*, benevens de tienden, welke den aalmoezenier der abdij te Zwijnaarde toekwamen. Deze pacht werd aangegaan voor 40 mud koorn in 't jaar, en op de volgende voorwaarden, die ons laten zien op welke manier het sticht de ontwikkeling des landbouws bevorderde :

[1] Oorspronkelijke charter in 't archief der stad Rijsel. — Copie in het stadsarchief van Kortrijk.

[2] Te Nazareth bestaan twee verschillige landmaten : de *Oudenaardsche kastelnijmaat*, op de zuidwestzijde, en de *Gentsche maat*, op de noordoostzijde. Eerstgenoemde beslaat op het tegenwoordig kadastraal plan geheel de sectie A en B, het tweede blad der sectie F, het eerste blad der sectie G, en gedeeltelijk het tweede, ten plaatsen geheeten het *klein Beerhof*, *Bijloke-eede*, met de nummers 511 tot en met 534, op het plan met eenen groenen boord afgeteekend, en verders de sectiën H en I. Dit gedeelte der gemeente was onderhoorig aan de kastelnij van Oudenaarde; het overige behoorde tot de kastelnij van den Ouden-Burcht.

De *Oudenaardsche kastelnijmaat* is volgenderwijze verdeeld : het *bunder*, in 400 vierkante *roeden*; 100 vierkante roeden, of 't vierde van een bunder, wordt een *vierendeel genoemd*, en 25 vierkante roeden, een *meuken* of een *honderd lands*. De *roede* bevat 441 vierkante *voeten*, die ieder eene lengte hebben van $0^{m},2851$. Een *bunder* doet 1 hect. 45 aren 37 cent.; eene *roede*, 36 centiaren, en een *voet*, 8 milliaren.

Een *Gentsch bunder* is verdeeld in 900 vierkante *roeden*. 300 roeden, of het derde van een bunder, maken een *gemet*, en 225 roeden, of $^1/_4$ bunder, een *dagwand* uit. De Gentsche roede heeft 14 voet lengte, en de voet, $0^{m},2753$. Een Gentsch *bunder* doet 1 hect. 33 aren 68 cent ; eene roede, 15 cent.; een voet, 7 $^1/_2$ milliaren.

1° Ieder jaar, tot het einde van de pacht, zal de bebouwer twee bunder heide in cultuur brengen en ze goed bemesten; uit dien hoofde zal de aalmoezenier hem, ter vergoeding van de kosten, jaarlijks vijf pond Vlaamsch betalen [1].

2° Op het einde van de pacht zal hij tien bunder land laten, goed gemest, met mergel vermengd en met haver bezaaid.

3° De pachter is gehouden de daken van 't hof te Scheldevelde in goeden staat te houden; de staldieren, wagens, karren en halam, voor de ontginning en bebouwing der landen noodig, zullen door de abdij geleverd worden, en de pachter zal alles, bij het afgaan, in denzelfden staat moeten overleveren, gelijk het hem toevertrouwd werd. De waardeering zal aan bevoegde mannen worden opgedragen.

4° De abdij zal mogen beschikken over al de op 't hof voorhanden zijnde granen en boonen, ter uitzondering evenwel van 5 mud haver, bestemd voor de zomerzaaiing, en op beding, er eene gelijke hoeveelheid te laten bij zijn aftreden [2]. — Deze pacht werd ten jare 1269 vernieuwd.

In den beginne der XVe eeuw was het goed te Scheldevelde met een ander, ook aan de St.-Pietersabdij toebehoorende, namelijk het *Hof te Magret*, ter grootte van 16 bunder, vereenigd, of liever, werden beide door denzelfden pachter bewerkt. Weinige jaren nadien kwam er een derde bij : het *goed ter Venne*, van 15 bunder. Toen bedroeg, volgens de hieronder medegedeelde voorwaarde van 't jaar 1430, de pachtsom 16 pond 10 schellingen groote [3], benevens 20 mud rogge in de abdij tusschen Kerst- en Vastenavond te leveren. De pachter had al de renten, waarmede het goed bezwaard was, te zijnen laste, ter uitzondering van 4 pond parisis 's jaars [4] aan het kapittel van Doornik, die

[1] Een *pond groote* deed fr. 10.88, of 6 gulden Brabantsch courant. Het pond wordt verdeeld in 20 *schellingen* gr.; iedere schelling in 12 *deniers* of *grootjes*, en ieder grootje in 24 *miten*. — Vijf pond maakten fr. 54.40, of omtrent 380 fr. (7 maal zooveel) onzer tegenwoordige geldwaarde. Dit maakt dus fr. 190.40 het bunder, of fr. 142.40 de hectare.

[2] *Charterboek der St.-Pietersabdij*, n° 7, bl. 67. — Prov. Archief.

[3] Fr. 179.48, of nagenoeg 1080 fr. in tegenwoordige geldwaarde.

[4] Een *pond parisis*, fr. 0.91, of 10 *stuivers*.

door de abdij betaald werd. Ook moest hij, doch mits vergoeding, voor de keuken en den kelder van het sticht zorgen: ieder jaar, in de maand Mei, eene kuip boter van 8 steenen leveren (iets min dan 21 kilogrammen), en nog elke week voor 2 pond 5 schellingen parisis. Te St-Martensdag was hij verplicht den monniken een vet zwijn, of de som van 9 schellingen groote te leveren; voorts, in den zomer, 200 bussels hout, en te Kerst-tijd eene mud haver, voor 't paard van den aalmoezenier der abdij [1]. De bedoelde voorwaarde leert ons ook, op welke wijze het uitgestrekte goed destijds bebouwd werd: 15 bunder waren bezaaid met winterkoorn; 17 bunder 2 gemeten 65 roeden met haver; 19 ½ bunder dienden tot weide, en 11 bunder lagen braak. Het overige, tot beloop der 100 bunder (133 hectaren), was vermoedelijk door den boomgaard, de huizing, stallen en schuren, de grachten en vijvers ingenomen, of mocht door den pachter naar gelieven bezaaid en bepoot worden.

Bij de aankomst eens nieuwen pachters werd eene nauwkeurige prijzij gedaan van de vruchten op het veld en in de schuur, alsmede van den mest; het hoeft nauwelijks gezegd te worden, dat hij bij 't uitgaan zijner pacht het hof in denzelfden toestand moest overleveren, gelijk hij 't bekomen had.

Van 't hof mocht geene vette weggevoerd worden, en wat door bijl en snoeimes van den boom werd gekapt, was eene enkele maal, gedurende zijne pacht, te zijnen voordeele. De pachter was verplicht de jonge boomen tegen de beschadiging der dieren te hoeden; verdorden er op 't hof eenige wilgen, deze mocht de pachter tot eigen gebruik benuttigen, maar opdat het houtgewas er niet verminderen zoude, moest hij ieder jaar eenige jonge stammen planten.

De helft der jonge duiven was ten voordeele der abdij, de andere helft aan den pachter, die deswege gehouden was dit hofgevogelte gedurende den winter te spijzen. Werd er aan de gebouwen of vruchten schade toegebracht, hetzij ten gevolge

[1] Volgens onze berekening zou die pacht in hedendaagsche geldwaarde op ongeveer 1500 fr. komen, of fr. 8.87 de hectare.

van oorlog, hetzij door wind, hagel of bliksem, de abdij moest den pachter vergoeding geven, doch niet meer dan 't beloop van de pachtsom eens enkelen jaars; daarentegen was de pachter verantwoordelijk voor alle schade, door toedoen van hem of zijne huisgenooten aan de gebouwen aangericht [1]. Vele dezer voor-

[1] Kenlic sij, etc. dat Jan van der Scheltstraten commen es, etc., kende ende lijde dat hij heeft ghenomen in loyalen pachte jeghen her Jan van den Bossche, muenc ende aelmoesenier van Sente-Pieters by Ghend, 't *Goed te Scheldevelde*, ontrent c bunder groet, met der thiende diere toeboert, 't *goedekin te Magheret*, ontrent xix bunder groet, ende 't *goedekin ter Venne*, ontrent xv bunder groet, omme in alder manieren dat de vorn. goede in groetten ghelegben sijn, ende datse Olivier Meeren dese achterste pacht ghehouden heeft, den termijn van ix jaren lanc achter een eenparlic duerende.... omme de somme van xvi lib. x s. gr. siaers... ende boven desen gheltpacht xx mudde roghs, sulken als up de goede wassen, te leverne alle jare in de aelmoesenije tusschen Kersavonde ende Vastenavond. Voort so moet de pachter weeren ende betalen alle de renten, die ute den vorn. iii goeden gaen, uteghesteken de iiii lib. par. siaers, die 't capittel van Doornike heeft up 't goed te Sceldevelt, die moet de aelmoesenier selve betalen. Ende noch moet de pachter leveren te sinen coste in de aelmoessene ter pitanchen van den aelmoesenier alle den pacht duerende, ii lib. v sch. (*parisis?*) boteren de weke sonder in den vastenen. Ende een cupe van viii steenen boter elcx jaers binnen den meye. Dies sal daelmoesenier betalen de cupe i s., telken St Martinsmesse in den winter een vet veerken of ix s. gr. daervoren. Item ii^c fasseelen telken St-Jansmesse ghelevert in den cloestere ende een mudde evene tsinen peerde telken Kersavonde. Vort es te wetene dat vinden up 't goed te Sceldevelt xv bunder letter min of meer voren ghetidelick ghewonnen ende besaeyt met wintercoerne. Item xvii bunder ii ghemeten ende LXV roeden ghewonnen met twee ghetideghen voren besaeyt met evenen. Item eene stoppelweede ende gherze xix bunder ende een half. Item in braken ghescifelt met eene vore xi bundere. Voore so sal de pachter vinden up den goede te Magret ende ter Venne v bunder ende xx r. ghewonnen met iiii ghetideghen voren ende besaeit met wintercoerne. Item bevinden een ghemet ghewonnen met ii voren ende besaeyt met evenen. Voort so sal de pachter up 't voors. goed te Sceldevelt vinden in messe ende in hoerten also hiernaer volcht: Eerst in hoerten ende in stroe den prijs van xix lib. iiii s. par. Item de messene tusschen den stalle noert ende den stalle zuut den wilghen aen doestende ende den mesput ant 't westende even diep de messene ii voete. Item de messene voor de poorte noortwaert vi 1/2 roeden lanc ende ii ende iii vierden van een roede breet duergaende i 1/2 voet diep. Item alle dmes in de stalle ende

waarden komen, zoo men ziet, met die der tegenwoordige pachtbrieven overeen.

De voorwaarden van de volgende eeuw, voor 't goed te Scheldevelde, bevatten geene belangrijke wijzigingen. Ten jare 1563 beliep de pachtsom tot 50 pond groote 's jaars, behalve elf mud rogge, zes mud haver, « een goed uprecht souffisant vet vercken, » ter waarde van 24 schellingen groote (of zulke som naar keuze van den prelaat); eindelijk 100 fasseelen hout. Toen was de levering der boter afgeschaft, maar ter vergoeding daarvoor moest de

voor de scuere ten prise van xxx voederen. Voort so sal de pachter vinden 't voorn. goed der stoppel behoort tamelic bestopt, de husinghen van den vorn. goeden te ghereke tamelic ende de grachten insghelijcx, sonder de grote lede, die de aelmoesenier houden moet te sinen coste. Ende sal de husinghen den vorn. goede moeten houden al sinen pacht duerende te ghereke van vursten, hoerenboemen ende weghen als loyael pachter, ende laten den vorn. goede in hare rechte note, vette ende besaedde, ghelijc hise sal vinden ende hiervoren ghescreven staet, sonder die te moghen veranzaden up sijn III achterste jaren, of oec eenighe vette binnen al sinen pachte af te moghene voeren, maer sal alle de vette, die God up den vors. goeden verleenen sal, ende commen sullen van de thienden in den vors. goeden bekeeren met sinen beesten ende daerin bekeeren ten meesten profite, ende daerin laten tenden van sinen pachte, oec hij sal alle de hauwe van den goeden, dat bijl ende haumes overreden es, eens moghen hauwen elken te sinen tide, ende die hauwe laten van houdde also hise sal vinden ende doen de scoten wel bewaren van den beesten, ende de wulghen sal hij moghen troncken telken III jaren ende laten tende sinen pachte de scoten, also hise sal vinden, ende daer eenighe wulghen verdroeghen, die sal spachters sijn; dies moetse hij daervoren planten II pootstaken ende bovendien alle jaren V wulghine pootstaken. Item sal hij hebben de helft van den jonghen duven ende den almoesenier dander helft; dies moetse de pachter coernen den winter. Voert vielt so dat de husinghen van den goede of de vruchten yet messchiede bij horloghen, tempeesten of van vlighenden viere, deraf soude de aelmoesenier den pachter instaen ghelijc costumen ende in landrecht, maer niet voorder dan de pacht van een jare ghedraeght. Ende vielt dat de vors. husinghen yet messchiede van brande, bij toedoene van den vors. pachtere, sinen wive of haren boden of bij haren roekeloosheden, dat soude de pachter weder doen maken ende uprechten sonder daelmoeseniers cost... Actum xv^en^ septembris anno xxx. »

(*Jaarregister van Gent*, **1430-1432**, bl. 2 v°. — Stedelijke handvesten van Gent.)

pachter jaarlijks twee pond groote betalen [1]. Voegen wij er bij, dat het sticht « de poort onder ende boven » den wal, de motte en eenige plaatsen van 't hof voor eigen gebruik behield, en de tiende op het goed te Scheldevelde in de pacht begrepen was. Volgens eene oorkonde van 1406, bedroeg deze tiende 24 pond 10 schellingen groote 's jaars.

Wij kennen ook den pachtprijs voor eenige andere tijdstippen der XVIIe en XVIIIe eeuw, doch zouden niet juist weten te zeggen of het nog steeds dezelfde grootte was, die wij hiervoren hebben opgegeven. In 1650, toen 't goed voor de eene helft door de weduwe van Zeger van Wanzele, en voor de wederhelft door Pieter Thienpont en Jan van de Walle gebruikt werd, bedroeg de pachtsom voor ieder 54 pond 13 schellingen 4 grooten, boven « een stuck lijne laecken van 60 ellen », ten prijze van 10 schellingen de elle; in 1725, was zij 109 pond groote; in 1750 slechts 75 pond; in 1784, 200 pond groote, en in 1798, 2226 pond 1 stuiver 5 deniers tournois. In 1728 betaalde de aankomende pachter Jan Bekaert voor navette, na 't scheren en weren van den oogst, de som van 18 pond 3 sch. 10 gr. Destijds was het goed hoofdzakelijk bezaaid met tarwe, rogge, braakloof, klaver, lijnzaad, haver en beetwortels. Er was ook veel hout op geplant.

Op het einde der vorige eeuw werd Scheldevelde een heerenverblijf, dat het Fransch republikeinsch bestuur met al de er van afhangende goederen, te zamen 115 bunder groot, als domaniaal goed aansloeg, en den 25 Nivose jaar VI aan Frans-Norbert Speelman, te Gent, voor de som van 831,600 *livres* openbaarlijk verkocht. In 1832 had het eene uitgestrektheid van 40 bunder 32 roeden, zonder het neerhof, dat, evenals het kasteel, gansch omwald, eene uitgestrektheid had van 27 bunder 70 roeden. Laatstmaal 't eigendom van en bewoond door de edele vrouw Borluut, geboren de Potter, die er den 10 Juni 1858 overleed, droeg zij het bij testament van den 4 derzelfde maand aan

[1] Genomen, dat de waarde van het geld toen vijfmaal grooter was dan tegenwoordig (wat wij bij middel der kennis van de graanprijzen berekend hebben), zou de pachtsom van het *goed te Scheldevelde* op den bovenstaanden voet thans tot ongeveer 3000 fr. beloopen, of fr. 17.40 de hectare.

't Weldadigheidsburcel van Nazareth op, met al de gebouwen, landen, weiden, bosschen, dreven, tuinen, enz., zoo te Nazareth, als te Vurste en Zeevergem, onder beding, in het kasteel een godshuis in te richten, waar, ten eeuwigen dage, zes oude mannen en zes oude vrouwen van de wijk Pinte zouden verzorgd worden, en met de bepaling, gemeld godshuis door Zusters van liefde en eenen aan 't gesticht gehechten kapelaan te doen bedienen. — Zoo dient de plaats, welke, als het ware, het uitgangspunt van de ontwikkeling der landbouwnijverheid in deze gemeente geweest is, thans, na meer dan duizend jaren, tot eene rustige wijkplaats van den ongelukkigen ouderdom. Een louter liefdewerk heeft er den moeilijken arbeid en de onmetelijke zorg van de ontginning der heiden en bosschen vervangen : in den dorren grond zijn de rozen der zuiverste, verhevenste liefde gewassen!

Van de talrijke andere groote pachthoeven dezer gemeente droeg de oudst ons bekende den naam van *'t goed ter Galeiden*. Deze hofstede, welke haren naam aan eene familie gegeven heeft, die hier en te Astene in 1450 het *goed te Parijs* bezat, en tegenwoordig den heere baron Hippoliet della Faille toebehoort, besloeg aanvankelijk eene oppervlakte van 34 bunder, en werd in 1391 door Simoen Sersanders, den toenmaligen eigenaar, aan Willem Diedericx, mits de som van 2 pond groote in het jaar verhuurd. Dertien jaren later 't eigendom van Hendrik van Gaver, heer van Ressegem, gehuwd met Katelijne Sersanders, geworden zijnde, werd zij in 1414 opnieuw, ditmaal aan Wulfaart Heervijns, en den 3 Januari 1421 aan denzelfden, door Hendrik van Rotselare, voor 3 pond 2 schellingen gr. tournois 's jaars [1] verpacht. In 1480 werd dit hof door de toenmalige eigenares, Margareta van Hoverheed, aan hare dochter Catharina van Nevele verkocht. De hieronder medegedeelde huurakte, onder meer dan één opzicht merkwaardig, doordien zij ons terzelfder tijd den eenvoudigen stijl onzer voorouders voor oogen stelt [2], geeft ons

[1] Het pond *tournois*, dat men in 20 stuivers verdeelde, deed fr. 0.98.7.

[2] Kenlic zij, etc. dat Wulfaert Heervijns commen es, etc. kende ende lijde dat hij met zekeren voirwaerden heeft ghenomen in loyalen pachte jeghen

te kennen, dat de hier bedoelde pacht voor het alsdan reeds meest gebruikelijke tijdvak van negen jaren aangegaan werd, en de bepaalde som in tweemaal, te Kerstavond en te St-Jans-midzomer, moest gekweten werden. Evenals in de verder te ontleden huurkontrakten, wordt de wijze, hoe de landen bij 't eindigen der pacht moesten verzorgd worden, er met nadruk in voorgeschreven. Koorn en haver waren toen de bijzonderste vruchten van den landbouwer. Om een bunder wel te mesten werden niet min dan 36 voeren mest vereischt, waarvan elk voer

Symoene van der Eecken, ontfangher in den name ende over joncheer Heinrick van Rotselaere, heere van der Roost, en de vrauwe Katheline Sersanders, ziere wettelike gheselnede, baerlieder goed dat men eedt *'t Goed ter Galeyden*, gheleghen in de prochie van Nasaret, groet II ende dertich bundre lettel min of meer, voor den termijn van neghen jaeren lanc duerende, waeraf deerste jaerscaere inghinc ende beghonst te meye int jaer XIIII^c ende XXII, omme de somme van drie ponden II s. gr. torn. 's jaers. Ende daerboven moet de vors. pachter ghelden ende weeren elcx iaers te sijnen coste al den commer ende cheyns, die met den vorn. goede gaet, sijnen termijn gheduerende, sonder sijns meerders cost, welken vorn. pacht de vors. pachter heeft ghelooft te betaelen ten II payementen in elc jaer, dats te wetene deen helft te Kersavonde ende dander helft tsente Jansmesse midssomers in 'jaer XIIII^c ende XXIII eerstcomende, ende also voert den vorn. pacht te betaelne van jaer te jaer... Voert moet de vors. pachter elcx jaers delven up 't goeds goede profijte ende te sinen coste II s. gr. waerts delfweercx, ende de vors. pachter sal up 't voorn. goed hauwen alrande haut, daer baecx en de haumes over gheloopen heeft, ende elc te sinen tijde. Ende an dupgaende hout en mach hij niet hauwen. Ende de husinghen up 't goed staende, uutghesteken de schuere, behoiren den pachtere toe, ende mach er sijnen wille mede doen. Ende de voorn. pachter moet dit goed laten ten hende van zijnen pachte besaedt ende ghewonnen alsot hijt vant tsinen aencomene, te wetene IIII bundre besaedt met wintercoerne in braken ende gemest met zessendertich voeder mes up dbundre ende V bundre besaedt met evenen; daeraf sal deen bundre wesen veranzaed ende nemeer besaedtheden en mach de pachter up 't goed laten ten hende van sijnen vors. termijne. Ende voert moet de vorn. pachter laten te meye ten afscheedene van sinen vors. pachte int hof, onder in messe ende in oerten so verre dat men niet messen mach, vier bundre ende een half lants, up elc bundre XXXVI voedere mes, elc voedere weert sijnde II gr... Dit heeft de vorn. pachtere ghelooft ende versekert up hem ende alt sine. Actum III januari XXI.

(*Jaarregister van* 1420-1422, bl. 30, laatste deel.)

de waarde van 2 grooten had. Geen mest hoegenaamd mocht door den pachter verkocht, maar alles moest tot verbetering van de landen aangewend worden [1] — een punt, dat door sommige pachters hedendaags maar al te zeer, vooral wanneer er quaestie is eene hoeve te moeten verlaten, uit het oog verloren wordt.

Eene hofstede van minder belang, doch die later eene der grootste van de gemeente werd, was de dusgenoemde *stede ten Steene*. Wij vinden ze voor de eerste maal vermeld in eene pachtakte van den jare 1392, op welk tijdstip ze eenen Simoen Impens toebehoorde, en slechts 5 bunder groot was, waarvan de jaarlijksche huurprijs 15 penningen groote bedroeg [2]. Onder die grootte was een half bunder wat men noemt « uitpacht. » De bescheiden ontbreken ons over dit goed gedurende de twee volgende ëeuwen, doch in 1645, luidens eene notariëele akte van dit jaar [3], had het eene uitgestrektheid van 73 bunder 217 roeden, en beliep de pachtsom niet min dan 100 pond groote. De grond der omwalde hofstede alleen besloeg 596 roeden; er waren 8 gemeten 179 roeden weiland en meersch, en ongeveer 23 gemeten bosch. Al 't overige was zaailand.

Bij de verdeeling der goederen, nagelaten door jonkvrouw Maria della Faille, overleden echtgenoote van Jan van der Speeten, viel dit goed te beurt aan Philip van der Motte, heer van Ingooigem, Kerkhove, enz., uit hoofde zijner echtgenoote, Catharina-Margareta della Faille, wier nakomelingen het heden nog bezitten.

[1] Zie de pachtakte van het *Goed te Axel*, bl. 42, alwaar dergelijk verbod insgelijks voorkomt.

[2] « Kenlic sij, etc., dat Jan Dierkin, wonende te Walbrouc, commen es, etc., kende ende lijde dat hij in pachte ghenomen heeft jeghens Simoen Impine ende jofv. Margarite, sijnen wive, huerlieder goed ende stede, die men heet *ten Steene*, liggende in de prochie van Nasareth, groot v bundre lands lettel min ofte meer, van weclke vijf bundre soo haud Pieter de Sutter een half bundre in pachte van Simoen ende sijnen wijve vors., waeraf de vors. Jan Dierkine bliven in pachte de vier ende een alf bundre ofte daeromtrent, ende dit om eene somme van vijftien penninghen gr. tsjaers.... Desen xxı Maert XIII[c] twee ende tnegentbich. » (*Jaarregister van* 1392, bl. 39.)

[3] *Not. Acten.* N° 273, bl. 22. — Archief van den Raad van Vlaanderen.

Men zal zich over de waarde van het huis, der schuren en andere gebouwen een gedacht kunnen vormen, wanneer men weet, dat deze in 1647 te zamen 452 pond 3 sch. 6 gr. (4,920 fr.) geprezen werden [1]. De landmeter Lieven van Thuyne vervaardigde in 1626 eene « figuratieve kaert » van dit goed, tot hetwelk de volgende partijen behoorden : *Baghijneboschelken*, *Baghijnen bulck*, *Claterbosch*, het *cleen Bulckxen*, het *Coperken*, *grooten Bulck*, *grooten Kielbulck*, *'t groot Kielstuck*, den *grooten Slijnghere*, de *groote Swaene*, de *groote Braeke*, *Jooskens*, *Kellinckstuck*, de *Nederdempels* (bosch), *Pauwelsbulcxken*, den *Roovere*, het *Slijngerken*, *Willemshouck* en *Witten Vijver* (land en bosch).

Het *goed ter Biezen*, ook reeds in de XIV^de^ eeuw bekend, was 28 bunder groot, en behoorde in 1393 aan Jan van Hoedevelde, een lid der oudadellijke familie diens naams, van welke L'ESPINOY eenen Nicolaas van Hoedevelde onder de schepenen van der Keure te Gent, in 1406 opnoemt. De hieronder medegedeelde pachtvoorwaarde [2] behelst, dat dit goed, waartoe een meersch, in den

[1] *Not. Acten*. N° 275, bl. 22.

[2] Kenlic sij, etc., dat Jan van Hoedevelde comen es voor scepenen van der kuere in Ghend, kende ende lijde dat hij heeft ghegheven ende gheeft in zekere voerwaerden ende loyalen pachte Willeme Michiels, zijn *goed te Nasaret*, acht ende twintich bundre groet ende een alf, lettel min of meer, ende drie vierendeel meersche, ligghende in Astine meersch, neffens den grooten Ham, gaende toet in de Leije, eenen zekeren termijn van neghen jaren lanc durende, welc termijn beghonste ende inneghinc te Kersavond int jaer twee ende neghentich, ende dit omme eene somme van drie en vijftich scilden siaers auts gheld, te betaelen deen heelt te Kersavont int jaer drie en neghentich, ende dander heelt talf meije eerst daernaervolghende, ende alsoe voert van jare te jare ende van termine te termine, de vors. neghen jaer lanc ghedurende, neghen vromen heffende ende neghen pachte gheldende, ende Willem vors. vant besaeit vier bundre evenen in rogghe stoppelen ende in mesrechte. Item noch vant Willem vors. elf ghemeten ende seven ende tachtich roeden met coerne in braken ende wel ghemest ghelic sinen ghebueren, ende dese voorscreven besaeyen moet Willem vors. laeten ghelijc dat hier voorscreven staet, ende Jan van Hoedevelde heeft gheleend Willeme voorn. drie pont gr. in vlaamscher nobelen, ende die sal Willem betalen binnen den achtersten ses jaren, elcx tsiaers tien scell. gr. den nobel over neghen scell. gr. of andersins in

grooten Ham, te Astene, aan de Leie, behoorde, voor negen jaren, mits 53 schilden 's jaars, betaalbaar bij helft, te Kerstavond en te half Mei, verhuurd werd. De pachter was gehouden de landen, bij 't uitgaan van zijne pacht, juist zóo over te leveren, gelijk hij ze van zijnen voorganger overgenomen had, te weten : vier bunder *evene* (haver) in roggestoppels « ende in mesrechte, » en elf gemeten 87 roeden koorn, « wel ghemest ghelijc sinen ghebueren, » dit is te zeggen, zooals het eenen goeden, zorgvuldigen landbouwer betaamt. Om hem tot het in orde brengen zijner boerderij de noodige middels te verschaffen, leende de eigenaar hem drie pond groote, in Vlaamsche nobelen, die de pachter slechts de zes laatste jaren, bij zesde gedeelten, zonder interest moest teruggeven. In 1410 werd *het goed ter Biezen* door Jan Sergeant en Matthijs van den Berghe aan Jan van Basseveldc, « in loyalen pachte ende voorwaerde » — de onveranderlijke uitdrukking in de oude akten — voor eenen termijn van zes jaren, mits de jaarlijksche som van 4 pond 10 schellingen groote, verhuurd. De pacht nam aanvang, niet te Kerstdag, maar te Mei, en de huursom was te betalen « telken onser Vrouwen daghe lichtmesse, naer vrome, deene helft, ende dander helft telken Sente Jans midzomer. » Onder de voorwaarden merken wij op, dat de pachters ieder jaar honderd bussels stroo op de daken verleggen, en voor het behoorlijk kuischen en ruimen van de beek en andere door 't goed loopende waters zorgen moesten. De akte houdt ook in, wanneer en welke soort van houtgewas met bijl en snoeimes gekapt mocht worden, namelijk de wilgeplanten na drie, en de eikeboomen na vijf jaren. Bij 't afgaan van den pachter moesten op het goed 4 bunder 33 roeden winterkoorn, en evenveel haver bevonden worden, waarvoor den pachter eene voorop bepaalde vergoeding toegezegd was. Voorts

advenante. Item moet Willem vors. oderhauwen binnen den jare drie en neghentich dat ghetidich es van hauwene up 't goet, ende voert so moet Willem vors. hauwen met tiedighen hauwe also verre alse Jan ghehauwen hadde, eer Willem annecwamt, ende alwaer, een jaer houdere onbegrepen, ende dit daer aecx ende haumes over gheloopen heeft... Actum den xvIIIe februari anno XIIIc drie ende tneghentich. (*Jaarregister van* 1392-1394, bl. 41 v°.)

zien wij uit de akte, dat de eigenaar aan den bebouwer zijns gronds ditmaal de som van 4 pond groote in leen gaf, welke eerst met de achtste betaling terug moest gegeven worden [1].

Ook uit de pachtvoorwaarde van het *goed 's Riken* (het goed van De Rike of De Rijke), eene hofstede van 60 tot 70 bunder, en uit meer andere akten der *Jaarregisters* blijkt, dat men toen ook aanzienlijke landgoederen huren kon, zonder bemiddeld te zijn. De huraar ontving hier, te gelijk met het hof, al wat er noodig was aan staldieren om de exploitatie te beginnen: 2 paarden, 4 koeien, 4 kalvers, eenen wagen, ploeg en harnassuur, 18 hoenders, en boven dit alles nog 2 pond 16 schellingen 6 deniers groote in gereed geld. Met zulk een stelsel was het ieder, die de vereischte bedrevenheid, moed en ondernemingsgeest bezat, mogelijk, ook zonder eigene geldmiddelen, een aanzienlijk landbouwer te worden [2]. Dezelfde pachtvoorwaarde maakt ons voorts bekend met eene omstandigheid, waaruit op te maken is, dat vele begoede lieden van die dagen zich het houden van paarden en wagen ontzeiden, en, als zij een uitstapje naar den buiten doen wilden, zich met het gerij van eenen hunner pachters behielpen. Ook deze bepaling was te dien tijde geene uitzondering, doch er werd duidelijk aangestipt, dat zulks geenszins in den oogst noch zaaitijd mocht plaats grijpen. De eigenaar behield aan zich: de nederkamer « metten mantele, » den zolder, de sponde en den stal, met recht van ongestoorden in- en uitgang ten hove, als ook de helft der bate van het duivenhok en van het fruit, dat op den boomgaard wassen zou, en hetwelk de pachter hem te zijnen huize, te Gent, brengen moest. Het was mede eene voorwaarde, dat de pachter alle jaren de boomen op den boomgaard tot den wortel ontdekken en daarna weder aanvullen moest, en dat er in den boomgaard gezaaid noch geploegd mocht worden. Einde-

[1] *Jaarregister van* 1410-1412, bl. 57.

[2] Dit schijnen geene uitzonderingen geweest te zijn. Wij vinden nog, onder meer, dat de pachter van den molen in 't naburige St-Martens-Laathem ten jare 1429, bij 't ingaan zijner pacht, van den eigenaar, namelijk den abt van St-Baafs, de vrij belangrijke somme van 40 pond groote te leen ontving. — *Zie onze monographie van Sint-Martens-Laathem*, bl. 10.

lijk werd er bepaald dat, indien 't hof door 's pachters schuld, of die zijner vrouw, kinderen of dienstlieden, afbrandde, de pachter alles te zijnen koste, zonder vergoeding, te herstellen had [1].

[1] Kenlic sij, etc., dat Willem van der Loeven comen es, etc., kende ende lijde dat hij heeft ghenomen in loyalen pachte ende met zekeren voerwaerden jeghen Janne van den Hoeghenhuus, 't goed dat men heet *'s Riken*... ghele-ghen in de prochie van Nazaret ende van Astine, groet sijnde tusschen den sestich ende seventich bunderen, eenen termijn van zeven jaren lanc duerende... ende dit omme eene sekere somme van zeven lib. twalef scell. groot., zes steenen botren, drie hondert houts, Doynsche taille, te watre ghelevert, ende ander alf hondert eijeren siaers.... Ende de pachter sal thout up dit goet staende overhauwen met ghetidigen houwe ende elc te sinen tijde, evenverre datter aecx ende houmes overgheloepen heeft. Ende an tupgaende hout en heeft hij gheen recht. Voert sal de pachtere elcx jaars leveren twee hondert stroes ten husinghen te ghereken te houdene, ende bij moet stoppen de weghen die sijne beesten breken sullen, ende geschiede an de husinghen eeneghe scade van brande bi den toedoene van den pachter of in tocoison van hem, of bi roukeloosheden van sinen mesnieden, die scade soude die pachtre Janne vors. moeten betalen ende uprechten bi prise van goeden lieden van den ghebueren, die sij an beeden sijden daertoe kiesen souden. Voert sal de pachtere dit goed houden van banloken, van waterlaten, ende dat daeraen cleeft... sonder Jans cost, het en ware offer beken quamen te delvene, dat Jan van dien delvene in scaden stonde... Voert es voerwaerde dat de pachtere up dachterste jaer van sinen pachte al dat up tgoed wassen sal, int goed sal moeten bringhen, ende al tstroe ende mes, sal de pachtere in thof laten tsinen afscheedene, ende tstroe ende mes, dat hij in thof vant tsinen ancommene. Ende de pachtere en sal dit goed niet moghen veransaden, ende hij sal al twinnende lant van desen goede maken plouchghinghe binnen sinen pachte. Dies salt Jan doen roden daert noet es. Voert heeft de pachtere van Janne vors. ontfaen in prise : eerst twee paerden, gheprijst twee lib. vier s. gr., vier coyen, achtendertich s. gr., vier calveren, twee scell. gr. Item in waghene, ploughen ende harnassche dertien scell. ses d. gr., ende XVIII hoendre ongheprijst. Item in gheleenden ghelde twee lib. sestien scell. zes den. gr., comt de somme zeven lib. viertien s. gr., welke prise de vors. pachtere betalen sal ten afscheedene van sinen pachte, ter weerden dat hijt ontfaen heeft. Ende also vele plecken van besaethede als de pachtere up dit goed vant tsinen ancommene, so moet hire uplaten tsinen afscheedene... Voert sal de pachtere elcx jaers hebben een kerellaken van Janne vors. Ende de pachter sal Janne ende sijn gheselscip eenwarf siaers halen ende weder thuus bringhen van den goede met sijnen waghene ende peerden, alst Janne ghelieven sal. Ende van de baten van den duufhuuse sal Jan de heelt hebben ende de pachter dander

Het *goed 's Riken* behoorde in 1393 aan den priester Lieven van den Hautkine, en in 1410 aan Jan van den Hoghenhuus. Op het einde der XV[de] eeuw, toen wij het in bezit vinden van de familie De Potter, had het slechts nog eene uitgestrektheid van 36 bunder, en schijnen de landen veel verbeterd en in waarde gestegen te zijn, dewijl de pachtsom toen, niettegenstaande de vermindering der hoeve, 12 pond groote bedroeg [1].

Eene andere hofstede van dien tijd was 't zoogenoemde *Goed van over 't water*, met 31 bunder land, meersch en bosch, waarvan de pachtsom in 1393 tot 16 pond parisis beliep. Zij was toen 't eigendom van zekeren Pieter van den Wincle.

Het *Jaarregister* van 1416 maakt ons bekend dat genoemde Jan Sergeant, dien wij daar als kuiper van stiel ontmoeten, en Matthijs van den Berghe 't hun toebehoorende *goed te Sturtewaghens,* een bedrijf van slechts 4 bunder 33 roeden, voor negen jaren, mits 4 pond 10 schell. gr. en 12 Tiensche kazen verhuurden.

Wil men weten wat eene hofstede van een twintigtal bunder toen waard was? Openen wij 't register der Gentsche schepenen, en wij zullen er in aantreffen, dat jonkvrouw Margareta Smeets, weduwe van Andries Vlaminc, aan Joanna van Leins het haar toekomende derde deel in de helft van het *hof ten twee Goeden*, te Nazareth, 24 bunder groot, mits 7 pond groote verkocht, wat voor de geheele hofstede op 42 pond groote, of fr. 456.96 neerkomt [2]. Om te kunnen zeggen wat die som, in tegenwoordige geldwaarde afgeleid, bedragen zou, nemen wij toevlucht tot eene nota, door den geleerden kanunnik De Smet over den graanhandel in de middeleeuwen medegedeeld in de *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, t. XIX, n° 10. Wij zien aldaar, dat de

heelt, dies sal de pachtere de duven voeden ende coernen. Voert behout Jan vors. te hemwaert de nedercamere metten mantele, den solre daer boven ende de sponde tsinen aysemente. Actum sexta die februari anno XIIII[e] decimo.

(*Jaarregister van* 1410-1412, bl. 55.)

[1] *Jaarregister van* 1499-1501, bl. 57 v°.

[2] *Id. van* 1410-1412, bl. 35.

tarwe in het eerste vierde der XVe eeuw eene normale waarde had van 10 schellingen (fr. 5.40) per *hoed* van Brugge. Het *hoed* deed 172 liters, zoodat een hectoliter tarwe alsdan fr. 3.14 gold, of 7 maal minder dan tegenwoordig. Hieruit volgt dus, dat de fr. 456.96 van 1410 thans zouden gelijk staan met fr. 3,198.72, en dewijl die som 24 bunder vertegenwoordigde, zou een bunder slechts eene waarde gehad hebben van 133 fr., uitmakende 100 fr. de hectare.

Van eenen gansch anderen inhoud is de pachtakte van het *goed der Augustijnen*. De dezer geestelijke gemeenschap te Nazareth toebehoorende hofstede, onder land, meersch, bosch, ettinge en heide ongeveer 28 bunder groot, werd den 23 Mei 1414 aan Jan Boye en zijne twee zonen « haerlieder leven lanc ghe- » duerende » in « loyalen lijfpachte » gegeven. Ongeminderd de jaarlijksche huursom van 28 pond par., dus een pond par. het bunder, moesten de pachters de op het goed drukkende lasten betalen, te weten: 36 schellingen par. aan den baljuw van Deinze, over negen bunder land, door het klooster van het hospitaal van Rijsel gehouden; 6 schellingen par. aan de kerk van Astene, en 6 schellingen aan den watergraaf. De pachtsom moest in twee gelijke deelen, te St-Jansmidzomer en te Kerstavond, of ten langste binnen de veertien nachten daarna, gekweten, en daartoe mocht geen ander dan goed gangbaar geld gebezigd worden. Het werd den pachters toegestaan, zooveel hout als ter herstelling van het timmerwerk op 't goed noodig was, te kappen, doch daarentegen hadden zij alle jaren, te hunnen koste, 25 eikeplantsoenen te planten. Eindelijk werd bepaald dat, voor den gevalle genoemde Jan Boye's twee zonen vóor hem « ontstorven ofte ontwilderden », hij twee andere zijner kinderen in hunne plaats stellen mocht [1]. Het oud goed der Augustijnen bestaat nog.

[1]. « Kenlic zij, etc., dat broeder Loy Jacops, als prioer van den convente van den Augustijnen in Ghend, broeder Jan de Kersmaecker, onderprioer, broeder Lieven Storm, procurateur, broeder Jan van Biervliet als costre, over ende in de name van den ghemeenen convente van den Augustinen in Ghend, sijn commen voor scepenen, enz., kenden ende liden dat zij hebben ghegheven in

't Is eene boerderij met vijf paarden, eigendom van de Burgerlijke Godshuizen van Gent, die in deze gemeente eene groote uitgestrektheid grond bezitten.

Het *goed te Groeningen*, tegenwoordig eene hofstede met twee

loyalen lijfpachte omme nutscap, orbore ende proffijt van den vorn. ghemeenen convente, haerlieder goed, gheleghen in de prochie van Nazareth, groot sijnde ontrent 28 bunder lettel min of meer, onder lant, meersch, bosch, ettinge ende heet, alsoet Symoen Alaert te besittene plach, sonder andere leveringhe, met allen den huusinghen ende catheylen diere up gestaen ende gheleghen zijn, ten live van Jane Boye, F[s] Jans, van Eecke, ende Willeme ende Godeverde, alle beede sijne kinderen, omme hemlieden te ghebrukene haerlieder leven lanc ghedurende, ende den lancsten levende van hem drien gheel behoudende ende geheelen pacht ghevende, ende dit omme eene zekere somme van acht ende twintich pond parisis 'siaers, alsulc ghelt als men van ghemeenen pachte betalen sal, ende dit boven allen commer, diere jaerlicx utegaet, dats te wetene, den bailliu van Donse van dat men houdt van den hospitale van Rijssele ontrent neghen bunre xxxvi scele par. ende der kercke van Astene ses scele par., ende den watergrave ses scele par. van ontrent acht bunre heeds, welke acht en twintich ponden par. voornoemt Jan Boys ende beede zijnen kinderen vors. sullen betalen den vorn. convente of haren zekeren boden ten tween terminen van den jare, dats te wetene veertien ponden par. tsent Jans messe midszomers in dit jaer XIIII[c] ende XIIII, als over deerste payement, ende veertien ponden par. te Kersavond daernaest volghende, of te binnen xiiii nachten naer elken dach onbegrepen, ende alsoe voert van jare te jare... ende Jan vors. heeft belooft dit vors. goed te besittene ende te bewaerene ofte doen bewonene ende altoes te beterne ende niet te aergheren, ende hem es gheconsenteert dat hij sal moghen nemen van den vors. goede also vele upgaende bouts als hem behouven sal up tvors. goed te betemmerne ende niet meer, ende over dit so heeft de vors. Jan belooft up tvors. goed te doen settene xxv eekins plantsoens elcx jaers, acht jaer lanc durende, ten cante ten meesten proeffijte, ende voert so es voerwaerde, waert dat Jane sijne twee kinderen ontstorven ofte ontwilderden, dat hij twee andere van sijnen kinderen stellen mach in die stede, ende so wanneer dat Jan ende beede sijne kinderen sullen sijn ghevaeren van live ter doot, so sal 't voorn. convent hant slaen aen haerlieder vors. goed, alsoet zij dan vinden sullen, met allen den cattheylen diere op wesen sullen, hertvast ende naghelvast, ende dese vorn. voerwaerde heeft Jan voers. belooft te houdene ende wel te vulcomene up hem ende up al tsijne. » Actum xxiii die maij anno XIIII[c] XIIII. (*Jaarregister van* 1414-1416, 60 74.)

paarden, en 't eigendom van den heer Van der Stichele, olieslager te Nazareth, had in 1416, de eerste maal dat wij er iets over hebben aangetroffen, eene uitgestrektheid van 26 tot 27 bunder. Het behoorde alstoen aan Gelloot den Amman, Gijsbrecht de Vos en Joost van den Houtene, die het den 22 Mei diens jaars aan Olivier van der Leyen, voor het tijdvak van negen jaren, mits tien pond gr. 's jaars, in pacht gaven. Onder de voorwaarden merken wij deze bijzonderheid op, dat de aftredende pachter, volgens eene vroeger aangegane verbintenis, « up tgoed schul- » dich es te latene... achte bunre besaeit met rogghe ende tien » bunre met evene, wel ende lovelic bedricht ende ghewinne, » ghelijc den ghebuere, ende voert sesse bunre brake. » Dezelfde vruchtverdeeling moest door den aankomenden pachter in acht genomen worden, « ende liete hijt argher, dat soude hij op- » rechten, liete hijt beter, daerof soude hem sijn meester instaen » ende uprechten alsoet behooren sal. » Wat wij in de voorgaande huurkontrakten nog niet vermeld gevonden hebben, is, dat niet min dan acht te goeder faam staande personen zich in de akte over den pachter borg teekenden [1]. Volgens eene notariëele akte van 2 Mei 1631, werd het *goed te Groeningen*, met de medegaande huizing, kateilen, boomen, meersch en bosch, door de toenmalige eigenares Catharina de Backer, weduwe van Kasper Joossins, aan de vijf kinderen van Joost Piers en Suzanna de Backer geschonken [2].

Nopens het *hof te Poldere*, aldus waarschijnlijk genoemd uit hoofde zijner ligging, oudtijds, in of omtrent een moeras, en dat wij reeds kennen door eene charter van Lodewijk van Nevers, onder dagteekening van 7 Maart 1359, zijn ons twee pachtbrieven bekend, de eene voorkomende in het *Jaarregister* van 1414-1416, en de andere, onder dagteekening van 16 Januari 1433. Dit goed, dat, met het *hof ter Lucht* en het *hof ter Zikkele* of *te Maaigem*, ook binnen Nazareth, der edele familie Van der Zickele toebehoorde, had eene uitgestrektheid van 52 bunder, en bracht den

[1] Zelfde *Jaarregister*, bl. 118 v.
[2] *Notariëele akten*, n° 341, bl. 104. — Archief van den Raad van Vlaanderen.

eigenaar in 1412 negen pond groote, en in 1433 eenen pachtprijs op van 13 pond 10 schellingen groote, benevens 10 steenen boter. In 1464 beliep de pacht in gelde slechts 12 pond groote, doch, ongeminderd de 10 steenen boter, den eigenaar in de maand Mei te bezorgen, was de pachter hem nog een voer hooi en zes steenen vlas schuldig [1]. De grootte van het *hof ter Lucht* kennen wij niet, maar het *hof ter Zikkele* had eene uitgestrektheid van 32 bunder, en werd in 1522 aan Lodewijk de Hondt voor een tijdperk van negen jaren, mits 15 pond groote 's jaars, 12 steenen boter en eenen steen vlas verhuurd.

In gemeld jaar 1522 bedroeg de pachtprijs van het *hof te Poldere* 15 pond groote, « een veercken of neghen schellinghen groote, » zes steenen boter, drie steenen vlas, drie hondert rijshoudt, » twee hondert facheelen ende een vet lam [2]. »

Deze betaling in gelde en *natura* vinden wij ook elders, in de meeste akten van dit tijdvak, en in alle gemeenten van Vlaanderen, onder andere in eene voorwaarde van het pachtgoed van Oostakker [3], eene der voornaamste bezittingen der St.-Baafsabdij in die gemeente, welke in 1480, behalve de pachtsom in gelde, twee kuipen boter, ieder van 12 steenen, 4 karweien en 600 bussels stroo opbracht [4]. De pacht van het *goed te grooten Hove*, onder Nazareth, werd alzoo in 1448 voor 11 pond groote, 2 mud

[1] *Jaarregister*, 1464-1466, bl. 37 v°.

[2] *Rekenijnghe vanden vooghdien van den kinderen Van der Zickele*, 1522. — Archief van den heer PH. KERVYN VAN VOLKAARSBEKE.

[3] Zie onze monographie der gemeente *Oostakker*, bl. 5.

[4] Aanvankelijk, toen er geene munt, of die uitnemend schaarsch was, geschiedde de betaling der pachten, evenals van andere overeenkomsten betrekkelijk handel en nijverheid, alleen in *natura*. Zoo ziet men in den brief van Eginhard aan de monniken van St.-Pieters, te Gent, dat zekere Foderik te Dodonet eene hoeve gebruikte, waarvoor hij 20 brooden, 30 pinten bier, een varken, het derde van een pond vlas, eene hen, 5 eieren en eene mud haver moest opbrengen. In 1210 verpachtte de St-Baafsabdij een bunder weide en 1/3 bunder zaailand, te Wondelgem, voor 3 trachters (2 hectol.) tarwe en 3 kapoenen, boven de helft van het hooi, op den meersch gemaaid.

Zie EM. DE LAVELEYE, *De landbouwkunst in de Nederlanden*, I, blz. 235 en 237, Gent, 1866.

haver en 20 steenen boter, en in 1462 voor dezelfde hoeveelheid in *natura* en 12 pond groote aangegaan. Hoe groot dit hof alsdan was, zouden wij niet kunnen opgeven, doch in het begin der verledene eeuw vinden wij het, onder land, meersch en bosch, 64 bunder groot geweest te zijn, zoodat het zijne benaming van *grooten hove* wel verdiende. Er wordt van deze hofstede reeds in eene akte van den jare 1407 melding gemaakt, bij gelegenheid van den verkoop eener eeuwige en erfelijke rente op hetzelfde goed, ten jaarlijkschen bedrage van 4 pond parisis. Zij behoorde alsdan aan Jan Sersymoens, zoon van Pieter. In eene latere oorkonde, van 1461, zien wij, dat door den toenmaligen eigenaar Oste de Gruutere om 50 pond groote eikeboomen er uit verkocht werden. Het *goed te grooten Hove* werd den 27 Mei 1700 door Willem Sanders, pastoor van Nazareth, aan Jan-Bapt. Luytens voor 1420 pond groote verkocht [1].

De pachtakte van het *goed te Axel*, dat in 1451 eenen Marten de Gheenst toebehoorde, is eene der niet minst belangrijke uit dit tijdvak. Wij nemen er als eene bijzonderheid uit over, dat de pachter bij iedere betaling recht had tot 4 ellen laken, juist zooveel als de pachter van het *goed ter Meren* genoot, en welke stoffe eene waarde van 6 schellingen had [2]. Het onderhoud der daken, wegen, enz., werd hem uitdrukkelijk opgelegd, en bij 't eindigen zijner pacht moest hij zorgen, dat het goed « wel ende lovelic bedreven ende besaeit was. » De snoei der boomen was te zijnen voordeele, doch hij mocht deze bewerking slechts ten gepasten tijde verrichten, en vooral aan de boomen geene schade toebrengen [3]. — Ten huidigen dage behoort het *goed te Axel* aan

[1] *Notariëele Akten*, 1698-1703. — Archief van den Raad van Vlaanderen.

[2] *Jaarregister* van 1502. — Dit zoogezegde « geschenk doen » was geene zeldzaamheid. In 1422 verbond zich de eigenaar van het *goed te Brakele*, te St-Martens-Laathem, zijnen pachter alle jaren honderd haringen te bezorgen.

[3] « Kenlic sij, etc. dat Arend van der Leye comen es, etc. kende ghenomen te hebben in pachte met sekeren vorwaerde jeghen meester Martin de Gheenst, zijn goed gheleghen in de prochie van Nasareth, gheheeten *tgoet taexele*, alsoot gheleghen es, eenen termijn van IX jaren lanc duerende, welke ingaen sal te meye anno LI, ende dit omme XIII lib. gr. ende XVI steenen botere; dies moet

het armgesticht van Nazareth, met den last eener jaarlijksche rente ten voordeele van de Kerk.

Het reeds genoemde *goed ter Meren*, dicht bij de kerk van Nazareth gelegen, en ons door eene pachtvoorwaarde van 1462 de eerste maal bekend gemaakt, was toen 51 bunder groot, en het eigendom der Gentsche familie de Gruutere. De pacht werd op dit tijdstip aangegaan voor 12 pond groote, 2 mud haver en 20 steenen boter, doch onder geene enkele andere bepaling, dan die wij reeds kennen. In 1502 was de som in gelde een pond groote opgeslagen, doch daarentegen had 's pachters huisvrouw, gedurende het negenjarige tijdvak, recht op « vier curslakene of voor

hij jaerlicx hebben IIII ellen scoone lakene, waeraf deerste heelftscheede vallen sal te Kersavont anno LI, dander te meye daernaer volghende, neghen vromen heffende ende neghen pachten gheldende, ende de voorn. Arend moet tselve goed suveren van den comeren die er ute gaet, den selven termijn durende sonder meester Martins cost, ende elcx siaers doen delven LXX roeden grachts ten meesten proffijte ende orbuere van den selven goede, ende bij alsoe dat hij hier af in ghebreke ware een jaer, dat hij van den jaere daernaer doen soude, ende bij also dat de pachter meer dolve dan de LXX roeden, so soude meester Martins vornt. betalen deen heelt in avenante ende de pachter dander. Vort moet de selve pachter de huusinghe houden redelic van vurste, horenboome ende weghen. Voort moet de pachter den voorn. meester Martin halen II waerf siaers van Ghend te Nasareth ende weder thuus voeren met zijne waghene ende perde, sonder meester Martins cost, ende voort moet de voorn. pachter laten tgoet tsinen afscheedene wel ende lovelic bedreven ende besaeit, alsot hij tvant tsinen aencomene, te wetene VIII bunder audenaerdsche maete besaeyt met suver wintercorne, wel ghemest ende ghedreven van brake. Item VIII bunder met somercorne, item VIII bunder ghesafelt van brake; ende Arent voornt moet al dat up tgoet wassen sal in tgoet brenghen ende sliten in messe, sonder yet daer af te doene of te vercoopene, sonder restitutie daer af te hebbene, ende vort laten thout daer haecx ende bijle geghaen heeft, in III ghedeelten, deen derdendeel van III jaren hout, dander van IIII jaren, ende tderde van V jaren, sonder an tupgaende hout recht thebbene. Ende de vorn. meester Martin heeft den vorn. Arend gheleent IIII lib. gr. totten hende van zijnen pacht, te betaelne met sulken gelde, als also wel den jaerlixen pacht als de leeninghe, welcken pacht ende voorwaerde de vorn. Arend heeft bekent up al zijn goet, waert ghestaen of gheleghen es... Actum die 6 marty anno XIIII^c ende vijftich. »

(*Jaarregister van* 1448-1450, 2de deel, bl. 61 v°.)

» elck curslaken ses schellingen groote [1]. » In 1613 had het hof ter Meren nog slechts eene grootte van 14 bunder 46 roeden, en behoorde het aan Mark-Antoon Lautens, zoon van Nicolaas, advocaat in den Raad van Vlaanderen.

Aleer nu de Nazarethsche landerijen in de XV^de^ eeuw op te sommen, blijft ons nog van eene andere pachthoeve, 't *goed te Wulfseeke*, te gewagen, waarvan de uitgestrektheid ons onbekend is, doch de pachtsom tot 8 pond 5 schellingen gr. beliep. Deze opsomming zou een nabijkomend totaal opleveren van 700 bunder, waarbij wij gerustelijk 300 bunder voor de mindere en ongekende gebruiken mogen voegen, om het cijfer van 1000 bunder te bereiken, zoodat de in pacht gegevene bosschen er van afgerekend, ruim het derde van de geheele oppervlakte der gemeente toen door den ploeg was bemachtigd. Het is reeds veel, zoo men den uitzonderlijk slechten toestand des bodems, en het schier volslagen gemis aan goede buurtwegen in acht neemt, en eenen blik op de oude kaarten van andere gemeenten werpt, zooals Aalter, Maldegem, Knesselare, Buggenhout, enz., en tal van West-Vlaandersche gemeenten, alwaar de bosschen, zelfs nog in de verledene eeuw, niet zelden het bebouwde gedeelte overtroffen.

De aanzienlijke ontwikkeling van de nijverheid in de XIV^de^ en XV^de^ eeuw was het natuurlijk gevolg van den weergaloozen bloei en voorspoed, dien Vlaanderen, dank aan de inrichting zijner machtige en vrijheidlievende gemeenten, genoot; aan de instelling der vrije jaarmarkten, die de kooplieden van geheel Europa naar onze steden lokte, en aan de kostbare privilegiën, die de volkrijke gemeenten van de vorsten hadden weten te verkrijgen. Evenwel was, met de opkomst der groote steden, en 't verleenen dier voorrechten, een groote hinderpaal aan de landelijke nijverheden, buiten den landbouw, toegebracht; de weverij, inzonderheid, zag zich in hare ontwikkeling gestremd door het privilege, dat graaf Gwijde aan de steden had toegestaan, en bij hetwelk

[1] *Jaarregister van* 1462-1464.

den bewoneren van den buiten, op drie uren rondom de stad Gent, de wolleweverij verboden was. Alleen de op den buiten wonende jaarmarktkramers, of de werklieden, voor rekening eens vrijen meesters arbeidende, waren van deze bepaling uitgezonderd. Wel hadden de boeren nog de lijnwaadweverij, doch het scheen, dat deze nijverheidstak voor hunne bedrijvigheid onvoldoende was; immers zij streefden het verbod en de waarschuwingen der groote nering van Gent tegen, en zetten zich maar gerust aan het getouw. Dit had, meer dan eens, bijzonderlijk in de XIV[de] eeuw, gewapende ondernemingen der Gentsche wevers tot gevolg, die de in den vorengezegden omkring beslotene dorpen, doorliepen, al de getouwen, die zij vonden, verbrijzelende, en het weefgoed verbeurende. Deze ondernemingen werden dikwijls door eenen wethouder der stad, eenen der schepenen, aangevoerd. Zoo trokken de Gentenaren in 1314 naar Zottegem en Assenede, « omme de cammen, ghetouwen, lakene ende dat daer toe » behord, ende waren ute II daghen, ende brachten van Zottin- » gem II waghenen met ghetouwen, ende van Assenede eenen » waghen met ghetouwen [1]. » Datzelfde jaar nog zien wij den hoogbaljuw, de volders van 18 wijken, de wevers van 23 wijken, den deken en de gezellen der droogscheerders, eenen visscher, twee vleeschhouwers, den deken der « curdewaniers » en zijne gezellen, benevens eenige andere leden van Gentsche neringen, met hetzelfde doel naar Assenede trekken, en eenige weken nadien opnieuw naar Zottegem, Gaver, Velzeke en omliggende gemeenten, om de ingezetenen dier plaatsen, « wullewevers, » dat sij adden ghewrocht jegen tverbod ende privilege van der » stede » af te nemen [2]. Ten jare 1322 deden zij eenen gelijken uitval naar Eekloo [3]; in 1329, naar Assenede, Boekhoute, Lokeren en Daknam [4]. De tocht van 1322 vorderde niet min dan 72 [5], en die van 1336, 45 paarden. Deze laatste maal waren de

[1] *Stadsrekeningen van Gent*, bl. 18 v°.
[2] *Idem*, bl. 20 r°.
[3] *Idem*, bl. 119 v°.
[4] *Idem*, bl. 260 r°
[5] *Idem*, bl. 109 v°.

neringmannen insgelijks vergezeld van den hoogbaljuw, namens den graaf, van twee schepenen en andere notabelen; zij gingen het verbod overal vernieuwen, maar « soevele doene dat sijs (*de » dorpsbewoners*) ontberen » voortaan zich nog het wolle- of lakenweven aan te trekken [1].

Deze beperking van de nijverheid op den buiten moest tot gevolg hebben, dat al de krachten des landmans ten nutte van den akkerbouw en de veeteelt werden aangewend, en onder dit opzicht was de miskenning van het vrijheidsbeginsel, in zake van weverij, eene weldaad, die op het algemeen terugwerkte. Inderdaad, ware het den dorpelingen van den meergemelden omkring, waarin Nazareth lag, veroorloofd geweest, dezelfde nijverheden als in de steden uit te oefenen, menige plekke lands zou of verwaarloosd gebleven of verlaten geworden zijn, in het vooruitzicht, de stoffen, die op onze jaarmarkten zoo zeer door de vreemde kooplieden gezocht werden, aan de hand te zullen doen, mits een hooger loon dan met den lastigeren arbeid op den akker of in de schuur te verdienen was.

Slechts twee nieuwe pachtgoederen zijn ons bekend uit de XVI^de^ eeuw. Het zijn de hofsteden *ter Linden* en *ver Trune* (vrouw Trunegoed), beide toenmaals toebehoorende aan het hospitaal der Bijloke, nu aan de Burgerlijke Godshuizen, te Gent, en ieder eene uitgestrektheid van rond de 50 bunder zaailand bevattende. Eerstgemeld goed, bij welk in 1579 't bedrijf van *Schautheet*, groot 6 bunder, en eene heide van 3 bunder in het *Langeveld* gevoegd was, vinden wij dit jaar verpacht voor 32 pond groote, 4 mud haver, 25 steenen boter, een vet kalf, een vet lam, 80 koppels duiven, of 3 schellingen het koppel, 4 steenen vlas, — en onder uitdrukkelijke verplichting voor den pachter, jaarlijks 5000 « houts » van 't goed tot aan de Leie te mennen, en 12 eikenpoten te planten [2]. De grootte van dit pachthof besloeg in 1802, onder land, bosch en heide, 71 $^1/_2$ bunder.

[1] *Stadsrekeningen van Gent*, bl. 63 v°

[2] *Generale staet van goede eertijds toebehoord hebbende den cloostere ende hospitaele van de Bijloke*, 1579. — Archief der Burgelijke Godshuizen, te Gent.

Het goed *ver Trune* is, volgens A. VAN LOKEREN, zijnen naam verschuldigd aan eene edele Gentsche jufvrouw, *Trude* of *Ermentrude* van Utenhove-Leliaarts, de herstichtster van het in 1179 vernietigde *Wittockx-Godshuis*. Wij lezen in de historische schets van het hospitaal der Bijloke [1], dat deze weldoende vrouw, die in haar sticht den 30 Maart 1242 overleed, omtrent den jare 1201, onder andere goederen, er 145 bunder heide te Eeke en te Nazareth aan schonk, welke in 1663 nog *vrouw Trunengoed* genoemd werden, en die door de zorgen van dit sticht in cultuur zullen zijn gebracht. Ten jare 1579 bedroeg de pachtsom van dit goed 28 pond groote, 4 mud haver, 25 steenen boter, een vet kalf, 40 koppels duiven, 3 steenen vlas en een vet lam. Evenals die van het hof *ter Linden*, moest de pachter alle jaren 12 eiken plantsoenen stellen en 3000 « houts van up tgoed tot » de Leie mennen. » Het register, waaruit deze inlichtingen getrokken zijn, maakt ons bekend, dat hier in gemeld jaar 1579 nog uitgestrekte heiden lagen.

Het tijdvak der godsdienstberoerten en de daarop gevolgde oorlogen en moeilijkheden hadden den landbouw in Vlaanderen gevoelige wederwaardigheden doen ondergaan. Vooral te Nazareth was de tweede helft der XVI^{de} eeuw bijzonder rampspoedig, en grepen er gebeurtenissen plaats, die op de ontwikkeling der landbouwnijverheid eenen zeer nadeeligen invloed moeten hebben uitgeoefend. Zooals DE LAVELEYE met waarheid aanvoert, had de uitdelgingsoorlog, door de vervolgingen in zake van godsdienst teweeggebracht, de velden ontvolkt, en hernamen bosschen en heiden den grond, die door den arbeid der vorige eeuwen was vruchtbaar gemaakt. Hoe het er te Nazareth in 't bijzonder gedurende het eerste vierde der XVII^{de} eeuw uitzag, moge, bij gebrek aan volledigere inlichtingen, worden opgemaakt uit den inhoud van een schrift, waarbij de prelaat der St.-Pietersabdij, vele landen in de heerlijkheid van Overmeersch, te Nazareth en daaromtrent, braak ziende liggen, en uit dien hoofde

[1] *Messager des Sciences historiques*, 1840, bl. 194.

groote haver-, koorn- en penningrenten moetende missen, daaromtrent een sprekend vertoog ophangt: « ende datter luttel » apparentie was » — schrijft hij — « van dat de voorzeyde » vaghe landen in eenighe jaeren ter culture souden ghebroght » worden, *mits dat niemant daeraen en wilde de handt slaen,* » *uyt ontsight van de voorseyde groote becommertheyt,* daervooren de vruchten ende besaythede op het velt souden » hebben moghen aengesproken ende ghesaisiert worden, *dat* » *oock de voorseyde landen niet wel afwinnelijck en waeren dan* » *met groote moeyte ende groote cost,* ende met apparentie van » cleyne vrucht ofte baete, door de notoire minder weerde van » de voorseyde landen; daerby dat 't voorschreven clooster te » buyten bleef staende niet allenelyck 't jaerelyckx incomenen » van syne heerlycke renten, maer bovendien oock syne thien- » den, mitgaders de heerlicke rechten, soo van beste hoofden, » dootcoopen ende wandelcoopen, als andere die daerop souden » connen ofte moghen vallen, tot grooten ondienst ende intrest » van den voorseyden cloostere. » Om dat verlies te voorkomen, liet de abt, na rijp beraad met zijne kloosterlingen, al de onbebouwde, ongebruikte en verlatene landen in eeuwigen en erfelijken cijns over aan den ontvanger Maximiliaan Struvinck, zoo voor hem als zijne nakomelingen, zonder nadeel, echter, van de eigenaars dier landen, indien zij die terugeischen mochten (8 Februari 1617)[1].

Te Aalter, onder andere, was die toestand in 't begin der verledene eeuw nog bedroevender. Wij schreven in de monographie dier gemeente, dat deze plaats in de XVII[de] eeuw zoodanig haren rijkdom verloor, « en tot zoo eenen ellendigen staet, mits- » gaders tot soo quade reputatie was gekomen » dat in de eerste helft der verledene eeuw niet min dan 90 paardenhofsteden in puin waren gevallen, terwijl de landen, bij gebrek aan bebouwing, in hunnen oorspronkelijken staat waren gekeerd, verwoest en met onkruid begroeid, als hadde nooit een mensch er den voet op gedrukt. Kon het anders? België werd immers her-

[1] *Spiegel der eerw. prelaeten van St-Pieters,* bl. 75. — Prov. Archief.

haalde malen verwoest en uitgeput in de langdurige oorlogen van de XVI[de] en het begin der XVII[de] ceuw, alsook ten gevolge der invallen van den veroveringszuchtigen Lodewijk XIV, indervoege, dat, zooals De Gerlache zegt, een groot gedeelte van Vlaanderen onbewoond was, en de rijkste pachthoeven onbeploegd en verlaten bleven.

De rust, welke het dorp onder de regeering van Albert en Isabella eenen tijd lang genieten mocht, werd na den dood der aartshertogen en de herneming der vijandlijkheden tusschen Holland en Frankrijk tegen Spanje, opnieuw gebroken, met dit ongelukkig gevolg, dat het alweer de plattelandsche gemeenten waren, die er het meest bij te lijden hadden. Wij lezen in de kerkrekening van Nazareth, over 1643, dat de bisschop van Gent aan het kerkbestuur dier gemeente oorlof verleende om aan den armendisch eene som van 25 pond groote te leenen, « aen-
» siende de groote aermoede dieder is geweest binnen dese pro-
» chie sedert de vluchtinghe, ende van dander zijde de cleyne
» middelen van den ghemeenen aermen, » wat niet te verwonderen valt. Dit feit was echter maar de voorbode van wat de gemeente nog te verwachten stond. Inderdaad, een post der kerkrekening van 1645 geeft ons te kennen, dat de kerkmeubelen, waaronder het in eerbied gehoudene beeld van O. L. Vrouw, toen reeds sedert een geheel jaar naar Gent in veiligheid waren gevoerd [1], eene voorzorg, die weldra bleek niet heel en gansch zonder redenen te zijn genomen geweest, dewijl er in de maand October deszelfden jaars een groote doortocht van Fransche en

[1] « Item betaelt voor den helft van de hure van een camer binnen Ghendt ten huyse van jouffrouwe de wede Hooghe, *daer de kerckmeubelen een jaer ghestaen hebben*, verschenen te Baemisse 1645 . . . . . . xxx sch. »

« Item betaelt voor de schipvracht van het belt van Onse Lieve Vrauwe ende andere meubelen . . . . ii sch. »

(*Kerkrekening van Nazareth over* 1645.)

« Item betaelt aen Daniel van den Plassche tot Ghendt, over een derde deel van een jaer huyshuere van een camer *daer de kerckmeubelen ghestaen hebben, neffens de meubelen van den heer pasteur*. . . . . ii d. gr. »

(*Id. van* 1651.)

Hollandsche legers te Nazareth plaats had, en bij die gelegenheid, onder andere, al de veldvruchten werden geroofd en de inwoners uitgeplunderd. Het jaar daarna werd Nazareth niet alleen met wintergarnizoen beleid, maar ontweldigden andere er doortrekkende soldaten al de paarden en koeien, boven dat zij de gemeente met aanzienlijke brandschattingen sloegen. In 1662 was de verslagenheid er andermaal zoo groot, dat de nauwelijks sedert een jaar uit Gent teruggehaalde kerkmeubelen, met een geleide van zes gewapende ingezetenen, opnieuw naar die stad werden gevoerd [1].

De herhaalde invallen van Lodewijk XIV in de Nederlanden moesten Nazareth nog grootere onheilen berokkenen. Uit een stuk, getiteld : *Relatie van schaede voor de campementen tsedert* 1667 *tot* 1684, dat de heer Ph. Kervyn van Volkaarsbeke in de handvesten der Gentsche St.-Nicolaaskerk ontdekte, en in den *Messager des Sciences* van 1852 als eene belangrijke bijdrage voor de geschiedenis plaatsen liet, zien wij, dat het Fransche leger, door den Koning in persoon aangevoerd, ten jare 1673 langs den heirweg van Deurle naar Eeke over Nazareth kwam, alles op zijnen tocht aan roof en vernieling ter prooi stellende.

Het jaar daarna werd Nazareth overvallen door de troepen van den prins van Oranje en de met hem verbondene Spanjaards en Duitschers, « alswanneer gans de prochie ende diversche » andere sijn ghedestruëert geweest, alle vruchten geschon- » den, ende noch ten selven jaere moeten betaelen sware contri- » butiën. »

In 1674 waren het de krijgshorden van den maarschalk van Luxemburg, een der grootste veldoversten van Lodewijk XIV, en in 1675 die van den graaf van Waldeck, bevelvoerder over het leger der bondgenooten, welke Nazareth, op hunne beurt, teenemaal naakt plunderden en verwoestten, terwijl in 1678 en

[1] « Item betaelt aen Jan Amelinck voor dat hy *de kerckmeubelen naer Ghendt ghevoert heeft*, alsmen vreesde dat de Loreynen op de Casselrye van Audenaerde souden ghecommen hebben . . . . x sch. »

(*Kerkrekening van Nazareth over* 1663.)

1679 de Fransche veroveraar andermaal zijne tenten in het dorp en het omliggende opsloeg en er buitengewone belastingen vorderde. De kerkrekening van dit laatste jaar houdt het bewijs in, dat in dien aldaar zoo beduidenisvol betitelden « vluchttijd » de kerkmeubelen opnieuw tegen de roofzucht der soldaten naar Gent waren geveiligd, en de pachters onherstelbare verliezen hadden geleden [1]. Het moet er inderdaad erg zijn toegegaan, dewijl de ingezetenen, gezamenlijk met hunne buren van St.-Denijs-Westrem en St.-Martens-Laathem, hunnen toestand in de akeligste kleuren aan den Vorst afschetsten, en hem de bede toestuurden om kwijtschelding van drie jaren heerlijke renten te bekomen, die zij den prelaat van St.-Pieters, als heer van Overmeersch, moesten opbrengen [2]. De gemeente had in 1678, alleen aan Lodewijk XIV, de voor dien tijd ontzaglijke som van 5,915 pond groote, of 35,490 gulden, betaald!

Intusschen scheen de oorlog, die Vlaanderen vooral zooveel goed en bloed had gekost, ten gevolge van den vrede van Nijmegen te moeten eindigen; doch Lodewijk XIV, nooit moe dit zoo lang door hem begeerde gewest te tergen, en den heiligsten der eeden opeens verbrekende, viel andermaal, in 1683, met eene aanzienlijke krijgsmacht in ons land, en maakte er verscheidene veroveringen. Te Nazareth, luidt het genoemde relaas, hief hij dit jaar eene belasting van vier pond groote het bunder, en eischte daarbij eenen aanzienlijken voorraad haver, rogge, boekweit en paardenvoeder, voor eene gezamenlijke waarde van 2,606 gulden, met bevel het alles zonder uitstel in zijn kamp te Harelbeke in te leveren. En toen hij het volgende jaar met zijn leger naar Deinze en Gaver kwam, en al de dorpen, tusschen de Schelde en de Leie gelegen, nogmaals met zware belastingen trof, had de arme gemeente Nazareth ruimschoots

[1] « Item betaelt aen Florens Cornelissen, tot Gend, over camerhuer, daer het kerckegoet heeft gestaen *in den vluchttyt*. . . . . i. p. xiii sch. »

(*Kerkrekening van* 1679.)

[2] *Brieven ende Rescriptiën*, 1683-1688, bl. 215. — Archief van den Raad van Vlaanderen.

haar aandeel in de knevelarijen, welke de Vlaamsche bevolking te verduren had. Niet alleen beliep de belasting voor dit dorp tot 572 pond groote, maar betaalde de gemeente ditzelfde jaar bovendien de som van 8,624 gulden aan den Ouden-Burcht, zonder te rekenen wat zij was kwijt geraakt aan koeien, voeder, enz., die de soldaten er in volle vrijheid tot buit maakten. Men voege daarbij 96 pond groote, voor rantsoen van gevangenen betaald, 312 pond in ontvreemde kleederen en huisraad, en 156 pond wegens schade door brandstichting veroorzaakt, en men zal zich een gedacht kunnen maken hoe ellendig en uitgeput de bevolking van Nazareth op dit tijdstip zich bevinden moest. Uit eene officiëele opgave, aan het bestuur der kastelnij van den Ouden-Burcht overgemaakt, blijkt, dat op het einde der XVIIe eeuw te Nazareth niet minder dan 192 bunder 3 roeden land door eigenaars waren verlaten geworden, omdat deze niet in staat waren, de aanzienlijke uit den krijg voortspruitende lasten te betalen. Geen wonder, dat talrijke pachthoeven in zulke omstandigheden te niet gingen, en dat in onze dagen de spade in het midden van bosschen, welke men voor de eerste maal denkt te ontginnen, overblijfselen van vroeger bestaan hebbende gebouwen, zooals te Nazareth, aan het licht brengt.

De door ons geraadpleegde oorkonden der XVII^de^ eeuw gewagen van weinige hofsteden en landbouwgebruiken te Nazareth, die wij niet reeds kennen. Het voornaamste nieuw pachthof uit dien tijd was het *goed te twee Dreven*, tegenwoordig 't eigendom van mejonkvrouw Borluut, en dat in 1675, met de er medegaande landerijen, meerschen en bosch, 28 bunder 200 roeden oppervlakte besloeg. Dit goed, alsdan eene brouwerij, werd den 31 Juli 1698 verkocht voor de som van 838 pond 7 schellingen 4 grooten [1]. Eene andere pachthoeve, het *Caudenhof*, ter grootte van 4 bunder 825 roeden, en dat in 1732 door Simoen-Karel van der Meulen, substituut van den procureur-generaal, te Gent, en zijne vrouw Clara-Maria van Hulthem, aan Jan de Ceuckelaere

[1] *Notariëele akten*. N° 368. — Archief van den Raad van Vlaanderen.

mits 300 pond groote verkocht werd, gold 9 pond, juist drie ten honderd van de koopsom, in huur [1].

Wat betreft het *goed te Schaapbeke, 't groot* en *klein Beerhof,* (deze drie laatste thans 't eigendom van den heer Philip Kervyn van Volkaarsbeke); *'t goed der duizend Perijkels* (aan de godshuizen van Deinze); *'t hof van St.-Jacobs-Godshuis* en het *goed ter Fortuinen,* geene enkele inlichting van belang is daarover, ongelukkiglijk, in onze handen geraakt.

Het spreekt van zelf, dat er naast de hier besprokene pachthoeven eene menigte kleine landbouwerijen bestonden, en dat weinige inwoners, hoe gering ook, niet eenige roeden gronds gebruikten, om er voor 't minst hun brood op te winnen; trouwens, het is gekend, dat de verbrokkeling der landerijen tot een zeer verwijderd tijdstip opklimt, en dat, gelijk door P.-C. VAN DER MEERSCH te recht aangevoerd wordt, de landgebruiken in onze provincie eertijds veel grooter waren dan tegenwoordig. « Wij hebben niet te onderzoeken (zegt deze schrijver) tot hoeverre de groote landbouwgebruiken bij de kleine de voorkeur verdienen [2]; wat wij mogen bevestigen, is, dat de pogingen onzer oude openbare besturen er immer toe strekten, om, bij eene vermindering der groote gebruiken, zoo veel gelijkheid mogelijk in de verdeeling te weeg te brengen. Eene verordening van Maria-Theresia, van 2 December 1755, bepaalt aldus op 60 bunder zaailand en 10 bunder meersch, elsbosch en moestuin, die in het Henegouwsche door eenen enkelen pachter mochten gebruikt worden [3]. »

Meer andere voorbeelden zouden daarvan tot staving kunnen aangehaald worden. Zoo mocht een pachter, die niet ten minste 10 bunder land hield, geene duiven houden, en was het allen landbouwer, die niet een zeker getal bunder land onder den ploeg had, verboden schapen te kweeken. Dit feit wordt ons nopens Nazareth bewezen door een schriftstuk van de XVIII[de] eeuw,

[1] *Notariëele akten*, n° 87, bl. 91.

[2] Zie, voor het voordeel dat de verbrokkeling der gebruiken oplevert, EM. DE LAVELEYE, *De landbouwkunst in de Nederlanden*, I, bl. 45 en vlg.

[3] P.-C. VAN DER MEERSCH, *De l'état de la mendicité et de la bienfaisance dans la province de la Flandre orientale*, bl. 221.

waarin door eenige landbouwers, met het oog op misbruiken, die daaromtrent moesten ingeslopen zijn, het advies van rechtsgeleerden gevraagd wordt. Dit advies luidde : dat « niemand en » vermocht met sijne schapen te weyden op de straten ten sij » hij houdt 9 bunder labeur binnen de prochie, als wanneer hij » mach houden 50 schapen, en degone 18 bunder labeur houdende, mogen weyden met 100 schapen, en alzoo augmenterende naer advenante van 50 schapen van elcke 9 bunder, in » welck cas sij geen consent van den heer en moeten versoecken » noch recognitie betalen. » Men zie deswege het *Reglement ende ordonnantie raeckende het houden van schaepen*, onder dagteekening van 17 Juni 1647, voorkomende in *de Costumen van Eecloo*, Gent, P. De Goesin, 1775, bl. 139.

De oudstbekende officiëele inlichting over den landbouw te Nazareth dagteekent van 1767. Volgens dit stuk, opgemaakt en uitgegeven op last van het bestuur der kastelnij van Oudenaarde, had het deel van Nazareth, onder dit gebied gelegen, eene uitgestrektheid van 1183 bunder 2 kwartieren 40 roeden [1], volgender wijze verdeeld :

Zaailanden	500	bunder.	
Bosschen	300	—	
Heidegrond	383	—	2 kw. 40 r.

Voor de kennis der waarde van de landen is dit document uiterst belangrijk. Dewijl men hierover bij vergelijking best oordeelen kan, deelen wij hier de tabel mede voor het geheele gebied der kastelnij van Oudenaarde :

[1] Men dient te weten dat Nazareth, tot op het laatste der voorgaande eeuw, onder drie verschillige kastelnijen lag : Oudenaarde, Gent en Kortrijk. Het deel onder het Ouden-Burchtsche was 690 bunder groot. Dat, onder het Kortrijksche, was verreweg het minste.

SANDERUS en DE CASTILLON geven voor Nazareth 3080 morgen op.

GEMEENTEN.	Hoogste waarde der landen per bunder.			Minste waarde.			Middelmatige waarde.			Hoogste waarde der bosschen per bunder.			Minste waarde.			Middelmatige waarde.		
	guld.	st.	d.	guld.	st.	d.	guld.	st.	d.	guld.	st.	d.	guld.	st.	d.	guld.	st.	d.
Kruishouthem . .	800	»	»	200	»	»	400	»	»	750	»	»	200	»	»	400	»	»
Huise	1400	»	»	400	»	»	1000	»	»	1400	»	»	600	»	»	1066	13	4
Eine	1400	»	»	800	»	»	1000	»	»	1200	»	»	600	»	»	1000	»	»
Nazareth. . . .	1080	»	»	360	»	»	720	»	»	720	»	»	240	»	»	480	»	»
Petegem	1864	»	»	416	»	»	1248	»	»	1040	»	»	220	»	»	630	»	»
Asper	784	»	»	560	»	»	672	»	»	1120	»	»	560	»	»	840	»	»
Zingem	784	»	»	560	»	»	672	»	»	1120	»	»	560	»	»	840	»	»
Heurne	1400	»	»	800	»	»	1000	»	»	1200	»	»	600	»	»	1000	»	»
Wannegem . . .	800	»	»	200	»	»	500	»	»	600	»	»	200	»	»	400	»	»
Gijzelbrechtegem .	960	»	»	144	»	»	768	»	»	864	»	»	480	»	»	672	»	»
Avelgem	1152	»	»	384	»	»	768	»	»		»			»			»	
Ouwegem . . .	1200	»	»	150	»	»	876	15	4	900	»	»	300	»	»	600	»	»
Mooregem . . .	1200	»	»	720	»	»	900	»	»	1200	»	»	720	»	»	900	»	»
Bossuit	1536	»	»	768	»	»	1152	»	»	960	»	»	960	»	»	960	»	»
Kerkhove . . .	1920	»	»	480	»	»	1440	»	»	1052	»	»	263	»	»	789	»	»
Ingooigem . . .	960	»	»	208	»	»	584	»	»	864	»	»	288	»	»	576	»	»
Ansegem. . . .	1152	»	»	192	»	»	768	»	»	768	»	»	153	12	»	576	»	»
Ootegem	960	»	»	288	»	»	624	»	»	960	»	»	624	»	»	624	»	»
Lede	800	»	»	200	»	»	500	»	»	600	»	»	200	»	»	400	»	»
Heestert	1376	»	»	160	»	»	768	»	»	1120	»	»	480	»	»	800	»	»
Bevere	1700	»	»	780	»	»	1200	»	»	1500	»	»	672	»	»	1200	»	»
Kaster	1344	»	»	768	»	»	1152	»	»	1344	»	»	768	»	»	1152	»	»
Tiegem	1152	»	»	48	»	»	768	»	»	960	»	»	384	»	»	672	»	»
Vichte	880	»	»	240	»	»	560	»	»	880	»	»	320	»	»	600	»	»
Ooike.	800	»	»	350	»	»	450	»	»	800	»	»	350	»	»	500	»	»
Wortegem . . .	1000	»	»	500	»	»	900	»	»	800	»	»	400	»	»	600	»	»
Mullem	1980	»	»	1820	»	»	1920	»	»	300	»	»	240	»	»	280	»	»
Nokere	700	»	»	100	»	»	480	»	»	700	»	»	125	»	»	480	»	»
Outrijve	1440	»	»	288	»	»	864	»	»	960	»	»	576	»	»	768	»	»
Moen	1536	»	»	768	»	»	1152	»	»	1536	»	»	1536	»	»	1536	»	»
Waarmaarde . .	960	»	»	480	»	»	720	»	»	640	»	»	400	»	»	520	»	»
Waregem . . .	960	»	»	192	»	»	576	»	»	1500	»	»	96	»	»	240	»	»
Elzegem	1536	»	»	288	»	»	1152	»	»	1728	»	»	576	»	»	1050	»	»

Dat de grondwaarde te Nazareth toen sedert een drietal eeuwen, alhoewel misschien in mindere verhouding dan elders, merkelijk gerezen was, kan, bij middel der enkele aanduidingen, in de vorige bladzijden voorkomende, oppervlakkig worden opgemaakt. Wij hebben gezien, inderdaad, dat in 1410 een bunder zaailand te Nazareth omtrent 133 fr. gold, wat voor eene hectare 100 fr. deed. Eene eeuw en half later, tijdens de godsdienstberoerten, had een gemet welgelegen land omstreeks Brugge eene waarde van fr. 108.80 = fr. 248.» de hectare, welke prijs te Nazareth, zoo het schijnt, eerst bereikt werd in 't begin der XVIII[de] eeuw. In 1732 gaf men er reeds 500 fr. voor eene hectare land, terwijl in 1767, blijkens de hooger medegedeelde statistiek, de middelprijs tot 977 fr. voor gelijke grootte beliep.

Wij zullen verder zien, in welke verhouding de Nazarethsche grond sedert dit tijdstip in waarde vermeerderd is; alleen willen wij hier bestatigen, dat de beste landen van Nazareth toen niet te veel onder de waarde van die der overige gemeenten der kastelnij stonden (de dorpen Mullem, Kerkhove, Petegem, Bevere, Bossuit, Moen, Elzegem en Outrijve uitgezonderd), terwijl men veertien plaatsen telt, alwaar de beste grond de waarde van dien van Nazareth niet bereikte.

Uit gemelde statistische opgaaf van 1767 blijkt, dat de belasting der landen te Nazareth tot 10 gulden 16 stuivers het bunder, en die der tienden, tot 25 gulden 1 stuiver 3 deniers beliep. Men telde er toen slechts 58 paarden en 402 koeien, een betrekkelijk klein getal, zoo men van de uitgestrektheid en de toenmalige bevolking der gemeente rekening houdt, in eenen tijd, dat de landbouw, over het algemeen, na de rampgevallen van vroeger, aan 't herleven was.

Ter vollediging dezer inlichtingen, geven wij hier den uitslag der eerste algemeene landbouwopneming van 1846, uit welke cijfers men zich over den voortgang der gemeente, onder landbouwkundig opzicht, een beter denkbeeld zal kunnen vormen. Er waren toen te Nazareth in het geheel 945 landbouwgebruiken, verdeeld als volgt :

GEBRUIKERS.	LANDBOUWERS-EIGENAARS. Voor de geheelheid huns gebruiks.	LANDBOUWERS-EIGENAARS. Voor meer dan de helft.	PACHTERS. Voor 't geheele gebruik.	PACHTERS. Voor meer dan de helft.	Totaal der landbouwgebruiken.
Onder de 50 aren . .	5	1	406	7	419
Van 51 aren tot 1 hect.	2	3	82	7	94
— 1 hect. tot 2 —	12	6	134	9	161
— 2 — 3 —	3	7	76	12	98
— 3 — 4 —	2	4	31	4	41
— 4 — 5 —	2	2	26	6	36
— 5 — 6 —	1	1	9	5	16
— 6 — 7 —	2	3	6	1	12
— 7 — 8 —	1	»	5	2	8
— 8 — 9 —	1	2	8	1	12
— 9 — 10 —	»	»	2	»	2
— 10 — 15 —	1	1	12	6	20
— 15 — 20 —	»	1	5	»	6
— 20 — 25 —	»	1	7	»	8
— 25 — 30 —	»	»	2	1	3
— 30 — 35 —	»	»	2	1	3
— 35 — 40 —	»	»	2	»	2
— 40 — 45 —	1	»	1	»	2
— 50 —	»	»	1	»	1
— 70 —	»	»	1	»	1
TOTAAL. . .	33	32	818	62	945

De uitgestrektheid dezer landbouwgebruiken, de er toe behoorende gronden, buiten de gemeente gelegen, medebegrepen, bedroeg, volgens de opgaaf, in 't geheel slechts 2,298 hectaren 92 aren, of 1,160 hectaren onder het wezenlijke cijfer der oppervlakte van de gemeente! 't Is genoeg te zeggen, dat die opgaaf, zooals de meeste dergelijke statistische inlichtingen, in 1846 verzameld, op eenen valschen grond berust, en geene aanleiding geven kan om er een ernstig gevolg uit te trekken. Onder dit opzicht rekenen wij de landbouwopneming van 1866 als veel beter gelukt, dewijl deze tot eenen uitslag komt van 3,103 hectaren 72 aren 94 centiaren, wat door de volgende, uit officiëele

bronnen geputte cijfers bewezen wordt. Wij stellen er die van 1846 tegenover, om des te beter het verschil tusschen de beide opnemingen te doen uitschijnen.

	1846.			1866.		
	h.	a.	c.	h.	a.	c.
Tarwe	34	16	»	33	91	08
Spelt	»	»	»	»	45	»
Masteluin	»	41	»	10	20	»
Rogge	779	13	»	1,075	10	69
Gerst	16	07	»	30	55	»
Haver	103	77	»	145	65	92
Boekweit	104	67	»	74	13	»
Boonen.	6	85	»	1	14	»
Kemp	»	»	»	»	30	»
Vlas.	122	01	»	252	62	84
Koolzaad	3	96	»	»	99	15
Tabak	»	24	»	»	13	85
Suikerij	2	02	»	»	69	»
Beetwortels	»	04	»	1	06	50
Wortels en pastenaken	13	08	»	3	95	»
Rapen	3	67	»	1	55	»
Aardappelen	244	60	»	285	65	95
Moestuinen	16	75	»	31	09	44
Roode klaver.	143	25	»	199	34	17
Scharlakenroode klaver	»	»	»	4	60	»
Witte klaver	»	»	»	2	08	»
Serradel	»	»	»	»	03	»
Verschillende landwinningen . .	5	45	»	»	54	»
Ledig of ongebruikt braakland. .	»	79	»	1	05	»
Onbebouwde heigronden. . . .	47	79	»	1	44	60
Struiken en ledige gronden. . .	»	»	»	645	84	98?
Meerschen en weiden.	112	37	»	12	09	13
Boomgaarden	39	64	»	69	36	89
Boomkweekerijen	»	54	»	2	46	50
Teenakkers	»	»	»	»	01	70
Lusthoven.	»	65	»	12	»	31
Bosschen	497	01	»	203	63	24
TOTAAL. . .	2,298	92	»	3,103	72	94

Zooals men uit de vorenstaande opgaaf ziet, bekleedt de roggeteelt te Nazareth eene voorname plaats, terwijl die der tarwe, uit hoofde van de zandachtige natuur des gronds, er om zoo te zeggen onbeduidend is. Vóor een veertigtal jaren oogstte men in deze gemeente, 't eene jaar door 't andere, 6,000 hectoliters rogge, 100 hectol. tarwe, 2,000 hectol. boekweit en 2,000 hectol. haver, en in 1846, volgens de landbouwstatistiek van dit jaar:

410	hectol.	tarwe,	of 12	hectol.	per hectare,
5	—	masteluin,	— 12		—
4,675	—	rogge,	— 6		—
321	—	gerst,	— 20		—
2,075	—	haver,	— 20		—
62	—	boonen,	— 10		—
89	—	koolzaad,	— 22 1/2		—
732	—	lijnzaad,	— 6		—
16,388	—	aardappelen,	— 67		—
6	—	klaverzaad,	— 4 1/2		—
1,884	—	boekweit,	— 18		—

Gedurende het laatste tienjarige tijdvak was die opbrengst voor de twee landbouwkantons Nazareth en Oosterzele, per hectare, als volgt:

JAREN.	Tarwe.	Rogge.	Gerst.	Haver.	Boekweit	Boonen.	Koolzaad	Lijnzaad	Aard-appelen.
	Hectol.	Hectol.	Hectol.	Hectol.	Hectol.	Hectol.	Hectol.	Kilogr.	Kilogr.
1859. . .	23	17	35	56	»	36	25	800	11,500
1860. . .	27	29	49	42	12	18	22	1,000	12,000
1861. . .	18	27	43	57	30	»	10	475	8,500
1862. . .	23	30	42	43	41	7	23	900	6,600
1863. . .	27	30	45	40	11	»	36	815	24,200
1864. . .	27	29	38	51	20	»	20	700	18,000
1865. . .	21	25	45	69	40	»	»	425	20,000
1866. . .	21	27	42	65	25	»	37	»	12,000
1867. . .	20	21	46	63	»	»	26	700	10,000
1868. . .	30	32	46	53	»	»	28	500	20,000
MIDDELBEDRAG.	23.70	26.70	43.10	53.90	25.56	20.33	25.22	701.66	14,280

Vergeleken met de middelmatige opbrengst dier gewassen in geheel de provincie, en de ongunstige voorwaarden in acht nemende, in welke verscheidene gemeenten uit het eerstgenoemde landbouwkanton zich tegenover de andere bevinden, is dit voorzeker een schoone uitslag.

De naoogst, die te Nazareth in 1846 eene bebouwde oppervlakte besloeg van 590 hectaren 83 centiaren, was in 1866 reeds tot 982 hect. 20 ar. 40 cent. geklommen, wat eene merkwaardige uitkomst mag genoemd worden. Ziehier de verdeeling er van voor de jaren 1846 en 1866:

	1846.			1866.		
	h.	a.	c.	h.	a.	c.
Wortelen.	121	59	»	69	30	28
Rapen.	432	31	»	712	48	28
Aardappelen	»	13	»	5	32	20
Klaver.	»	»	»	193	89	29
Spurrie	6	79	»	»	»	»
Andere voortbrengselen	30	01	»	1	20	35
	590	83	»	982	20	40

Merken wij op, dat in 1834, volgens het *Dictionnaire géographique de la Flandre orientale*, door VAN DER MAELEN, het veevoeder te Nazareth aan de verbruiking niet voldeed, en men zal bekennen, dat er ten deze op zoo weinige jaren veel is vooruitgegaan, en dat de Nazarethsche landbouwer aan het bezit van eenen goed voorzienen veestal, meer dan vroeger, is beginnen belang hechten.

Om te doen zien in welke verhouding het getal staldieren sedert 1767 in deze gemeente aangegroeid is, deelen wij hieronder de cijfers mede, welke wij desaangaande hebben mogen vereenigen.

JAREN.	Paarden.	Hoornbeesten.	Kalvers.	Woldieren (schapen)	Varkens en biggen.	Geiten.
1767. . . .	58	402	»	»	»	»
1794. . . .	82	»	»	»	»	»
1830. . . .	157	1,338	221	»	580	47
1845. . . .	187	1,563	94	388	659	149
1846. . . .	197	1,724	143	383	730	204
1861. . . .	206	1,827	»	267	»	»
1862. . . .	207	1,828	»	267	»	»
1863. . . .	219	1,852	»	267	»	»
1864. . . .	217	1,849	»	267	»	»
1865. . . .	213	1,709	»	270	»	»
1866. . . .	237	1,748	266	405	1,003	331

Wanneer men deze laatste cijfers met de uitgestrektheid en de bevolking der gemeente vergelijkt, bekomt men :

STALDIEREN.	Op 1,000 hectaren.	
	In de GEMEENTE.	Middengetal voor DE PROVINCIE, in 1846.
Paarden.	68.5	104.3
Hoornbeesten	505.5	583.3
Woldieren	117.»	160.6
Varkens.	289.9	276.2
Geiten	95.6	72.6
Op 1,000 inwoners.		
Paarden.	43.4	39.6
Hoornbeesten	320.6	221.1
Woldieren	74.3	60.8
Varkens.	183.9	103.4
Geiten	60.7	27.5

Uit deze vergelijking volgt, dat het getal staldieren (ter uitzondering van de varkens en de geiten), met betrekking tot de oppervlakte, kleiner, doch opzichtens de bevolking grooter is dan middelmatig in het overige der provincie in 1846 is bestatigd geworden.

Wat de waarde van den grond betreft, de statistiek teekent daaromtrent aan, dat die in 1830 door malkander 1,000 fr., en in 1846 tot 1,200 fr. de hectare beliep, iets min nog dan de helft van de toenmalige middelmatige waarde der gronden van de provincie. De pachten waren insgelijks in die evenredigheid: 35 fr. in 1830, en 40 fr. in 1846. Ten huidigen dage zijn de landen hier, zooals elders, merkelijk opgeslagen, en bereikt de middelbare waarde de bijna ongelooflijk schijnende som van 6,000 fr. de hectare, of vijfmaal zooveel als in 1846 [1].

De ontginning der bosschen en heiden te Nazareth, gepaard bij de steeds in groei toenemende bevolking en de verbeteringen in het bewerken der landen ingevoerd, hebben er voorzeker niet weinig toe bijgedragen om dien uitslag te bekomen. Had men hier in 1846 nog een 500 tal hectaren bosch, heden treft men er maar een 100 tal hectaren meer aan, waarvan de meeste zich langs de *Bijloke-dreve*, ten noorden, tot aan de limiet van de Pinte, en aan de westzijde der gemeente uitstrekken. Daarenboven ligt geen enkele heigrond meer ongebruikt.

Laten wij het zeggen : nergens in gansch België zou men zich een volmaakter denkbeeld kunnen vormen van den voortgang, sedert eeuwen door den akkerbouw verwezenlijkt, dan te Nazareth, welks oorspronkelijk dorre bodem derwijze verbeterd is, dat de oogsten, welke hij thans oplevert, die der beste landen van Vlaanderen nabijkomen. Men wint tegenwoordig in dezen grond, behalve de haver, rogge en boekweit, welke er gedurende langen tijd bijna uitsluitelijk geteeld werden, gerst, aardappelen van uitmuntende hoedanigheid, en zelfs op sommige plaatsen, tarwe. Het voornaamste grondproduct is evenwel het vlas, dat er beter gedijdt dan in de zwaardere gronden. Dit is zoo waar, dat de boer van Nazareth doorgaans zijnen pacht met de opbrengst van den vlasoogst betaalt.

[1] Voor land van eerste klas betaalt men tegenwoordig te Nazareth tot 8,000 fr. de hectare. De geringste grond komt op 3,000 fr. of 800 fr. meer dan de middelbare waarde der gronden van de provincie in 1846.



De landbouwer van Nazareth, het dient gezegd, legt zich met vlijt en inspanning op zijne nijverheid toe. Vooral zorgt hij, zoo wij reeds gezien hebben, eenen goed voorzienen stal te hebben, en de natuurlijke dorheid van den bodem, dien hij bewerken moet, heeft hem geleerd, hoe nuttig, hoe onmisbaar hem eene uitmuntende vette is. Om die te bekomen, acht hij zich geene moeite en last te groot. Gent en Oudenaarde zijn de plaatsen, waar hij den paardenmest haalt, en liefst in laatstgenoemde stad. Dit is eene gewoonte, welke hij blindelings volgt, zonder juist te weten of de vette aldaar krachtiger is dan te Gent. Wij meenen dat hij geen ongelijk heeft, en de reden zijner voorkeur gestaafd moet zijn op den zwaarderen, vetteren bodem, op welken de mest te Oudenaarde verzameld wordt.

Dat de Nazarethsche landbouwer de pogingen van het Staatsbestuur ter verbetering van het hoornveeras te waardeeren weet, bewijst de hieronder staande lijst der goedgekeurde, uitgestelde of afgewezene stieren in die gemeente, sedert de inrichting van het provinciaal reglement van 23 Juli 1846.

JAREN.	Goedgekeurde stieren.	Uitgestelde.	Afgewezene.	Toegekende premiën.
1848. . . .	6	»	2	
1849. . . .	7	»	1	
1850. . . .	7	»	»	
1851. . . .	8	»	»	
1852. . . .	7	»	»	2e premie.
1853. . . .	3	»	»	
1854. . . .	6	»	»	1ste en 2e premie.
1855. . . .	3	»	»	1ste en 2e —
1856. . . .	11	»	»	
1857. . . .	8	»	1	1ste premie.
1858. . . .	8	»	»	
1859. . . .	7	»	»	2e —
1860. . . .	9	»	»	1ste —
1861. . . .	7	»	1	2e —
1862. . . .	11	»	»	
1863. . . .	8	»	»	2e —
1864. . . .	9	»	»	2e —

Ziehier ook de opgaaf van het getal voor de slachting bestemde dieren, gedurende de jaren 1845 en 1846.

	1845.	1846.
Hoornbeesten.	135	102
Kalvers	10	13
Varkens	409	291

Als eene bijzonderheid zij hier aangemerkt, dat er te Nazareth tegenwoordig bijna geene landbouwgebruiken meer bestaan met eene pachtvoorwaarde. Over het algemeen heerscht er eene zeer goede verstandhouding tusschen de grondeigenaars en hunne pachters, en het is zelden, dat men iemand ziet dwingen zijn pachtgoed te verlaten. De overeenkomsten tusschen de afgaande en aankomende pachters worden meest altijd ten genoegen van partijen gesloten.

Zoo wij gezien hebben, begint de hofbouw hier allengskens ook eene plaats in te nemen. Men heeft er thans twee bloemkweekers, Willem en Cesar Martens, elk afzonderlijk wonende, wier gezamenlijk gebruik ongeveer 3 hectaren bedraagt. De meeste teelt bestaat in camelias, rhododendrums, azaleas en alle soorten van topdragende planten.

Onder de boomen en houtgewassen bekleedt de eik de eerste plaats, als in den Nazarethschen grond het best groeiende en het stevigst en dikst wordende [1]. Het tegenwoordig gemeentebestuer

[1] Wij lezen in eene handschriftelijke kroniek, ten stadhuize van Oudenaarde berustende : « Van hier compt het *Nazareths hout*, te wetene jonghe eecken » in fasceelen ghesmeten, twelck men seer pryst, mits dat ghegroyt is in » dorren barten gront. »

En verders in de akte eener hofstede, te Melle, voorkomende in 't *Jaarregister* der stad Gent van 1456-1458 (2[de] deel, bl. 2) : « Item sal ooc ghehouden

heeft vele wegen, op welke het plantrecht bezit, met dien kostelijken en hoe langer zoo schaarscher wordenden boom beplant, een voorbeeld, dat te weinig navolging heeft.

De beuk wast er insgelijks zeer goed en komt er tot eene groote dikte. Ook de abeel wordt er zeer zwaar. De bosschen zijn meest met sparren bezet, die in den drogen, zandachtigen grond welig tieren. Men kweekt ze voor boon- en hoppestaken, voor de bakkers en de koolmijnen, voor kepers en pomphouten. Wanneer men ze tot 30, 40 a 50 jaren recht houdt, kunnen zij eene schoone opbrengst opleveren, niet zelden, na laatstgemelden ouderdom, tot 5,000 fr. de hectare, of 100 fr. 's jaars. Voor het overige treft men hier canadas (achtkantige populieren), elzen,- berken- en eerlaren hout aan, en zijn vele landen, gelijk in het land van Waas, met zulk houtgewas omplant.

Wild werd te allen tijde te Nazareth in groote hoeveelheid aangetroffen, en dat hier ook vroeger de vos omzwierf, moge blijken uit de klopjachten, die tegen deze dieren in het naburige en minder beboschte St.- Martens - Laathem, zelfs nog in 't begin dezer eeuw, werden ingericht [1].

De wegen zijn over het algemeen breed en goed onderhouden. Langen tijd zelfs hadden ze eene breedte, die volstrekt overtollig mocht heeten. In 1764 bekloegen zich Albert della Faille, heer van Huise, en Lodewijk van Rockolfing, heer van Nazareth, bij den Raad van Vlaanderen over de ordonnantie, gegeven door de inspecteurs der wegen, en waarbij bevolen werd, den weg van Deinze naar Oudenaarde tot 42 voet te verbreeden, en al het hout, dat in de lijn der verbreeding groeide, te vellen. De eischers gaven voor, dat gemelde weg enkel een dorpsweg was, in de

zijn de voors. pachter tallen tijden als de voors. Alaert ghelieven sal te stellene in de dreve ende elders up tvors. goed also vele eekene plantsoenen ende ander, als de selve Alaert hem leveren of doen leveren... ende de voors. plantsoenen halen of doen halen te *Nazareth*, of elders. »

Uit deze regelen mag men opmaken, dat de Nazarethsche eiken in de XV[de] eeuw onder de beste gerekend werden, die in Vlaanderen gekend waren.

[1] A. VAN DEN ABEELE, *Geschiedenis van St-Martens-Laathem*, bl. 62.

oude landboeken onder den naam van *pontweg* bekend; dat hij, bijgevolg, maar 20 voet breedte moest hebben. De Raad hoorde de bewuste baan-inspecteurs, die voorgaven, dat de weg twee steden verbond, en dus, naar luid der plakkaten, wel degelijk 40 voet breed moest zijn; eene tweede reden, die voor deze breedte pleitte, was, dat de bedoelde weg ook moest dienen om van Gent naar Oudenaarde te gaan, aangezien de gewone, op sommige tijdstippen, ten gevolge der overstroomingen, onbruikbaar was. De raadslieden geraakten het over de quaestie niet eens, en besloten ze aan den Koning te onderwerpen. De uitslag van dit geding is ons niet bekend [1].

In 1861 verkocht het gemeentebestuur den onnoodig geachten, door de wegen ingenomen grond, om hem bij de aanpalende landen te laten inlijven.

Door den steenweg van Astene naar Eeke, die het dorp doorsnijdt, en in gemeenschap is met de baan van Gent naar Kortrijk, langs den eenen, en den steenweg van Gent naar Oudenaarde, langs den anderen kant, is Nazareth in rechtstreeksche verbinding met het Walenland en met het zuidoostelijk gedeelte van West-Vlaanderen. Het deel van Nazareth naar Astene werd voltrokken ten jare 1844. In 1864 opende het gemeentebestuur eene andere gemeenschap tusschen de wijk *Zwartegat* en de Pinte. De lengte dezes wegs bedraagt ongeveer ¼ uurs. Verders ligt de spoorweg van Gent naar Oudenaarde slechts op weinigen afstand van het dorp, en biedt de standplaats van Eeke den inwoneren van Nazareth een voordeel aan, dat tegenwoordig de kleinste gemeente des lands zou willen genieten.

En zoo is Nazareth, vroeger afgezonderd in 't midden van heide en bosch, eene aangenaam gelegene, voorspoedige en zich voortdurend ontwikkelende plaats geworden, waar de landbouw hoog in eere wordt gehouden, en de veldeling een volkomen besef heeft van het belang en nut zijns maatschappelijken toestands.

[1] *Brieven ende Rescriptiën*, 1759-1773, bl. 112. — Archief van den Raad van Vlaanderen.

§ 2. — *Nijverheid.*

Nopens de oude nijverheid te Nazareth zijn weinig bescheiden voorhanden. De oudstbekende inlichting over eenen der molens dagteekent van 1465. Het is eene pachtakte, bij welke de heerlijke molen door Nicolaas van der Zickele, heer van Nazareth, aan Lieven van den Hecke en zijne vrouw Jozijne van der Beke voor 6 jaren verhuurd wordt, mits 12 mud rogge en 6 haalsters tarwe in het jaar [1]. In 1601 bedroeg de pachtsom van dezen molen, het woonhuis, den rosmolen en eenig land daarmede gaande, 30 pond groote. Volgens eene schatting van 1612, had gemelde molen eene waarde van 248 pond 11 schellingen 11 deniers, terwijl in 1767 de huurwaarde tot 672 gulden beliep. Thans zijn er niet min dan vijf windmolens te Nazareth, waarvan drie eenen naam dragen : de *Oude Molen*, de *Botermolen* en de *Ee-* (*Hei*) *molen*.

De linnenweverij maakte, met den landbouw, het groote bestaanmiddel der ingezetenen uit. Blijkens eene statistische opgaaf, in het provinciaal archief te Gent voorhanden, telde men in 1737 en 1767 te Nazareth 306 weefgetouwen, nagenoeg 10 op 100 inwoners. In 1846 had men er 450, waarvan toenmaals, ten gevolge der nijverheidscrisis, maar 150 meer in werkzaamheid waren. Men kent de oorzaak van 't verval der Vlaamsche handweverij : de lijnwaadnijverheid had in het eerste vierde dezer eeuw reeds zoo veel verloren door het vermenigvuldigen der mekanieke katoenstoffen, dat Van den Bogaerde, de verdienstelijke schrijver van *Het distrikt St-Nikolaas, voorheen Land van Waas*, ten jare 1826 eenige bedenkingen door den druk gemeen maakte, getiteld : *Proef op aanmoediging en uitbreiding der*

[1] « Kenlic sij, etc., dat Lieven van den Hecke ende Joosijne van der Beke, sijn wijf, commen sijn, enz., kenden ende lijden dat sij ghenomen hebben in hueringhen ende loyalen pachte jeghen Claise van der Zickelen, heere van Nasareth, sijn meulen ghestaen in de selve prochie, vi jaer lanc duerende, omme xii mudden roghs ende vi halster taerwen... ende met xiiii s. gr. van prijse van vier seylen, die de selve pachter te sijnen afscheedene laten moet. Actum xi May LXV. » (*Jaarregister van* 1465, bl. 109 v°.)

linnenweverijen, in Oost-Vlaanderen. De toestand verergerde nog, toen het vlasgaren hoe langer zoo meer met het mekaniek gesponnen en tot linnen geweven werd, en op die wijze eene talrijke bevolking van het platte land, die steeds een goed bestaan in het bewerken van het vlas gevonden had, van lieverlede zonder bezigheid en in ellende viel. Dacht men in 1826, dat de nijverheid nog te redden was door het weder in zwang brengen der oude verordeningen, weldra moest het echter blijken, dat het handgetouw in den kamp met het stoomtuig niet zou uithouden. Het was eerst in 't jaar 1847, dat men, overtuigd van de noodzakelijkheid eener geheele hervorming in de oude weverij, tot eenige verbetering kwam, door het inrichten van model- en leerwerkhuizen, waar men met verbeterde getouwen leerde weven, of waar nieuwe nijverheidstakken ingevoerd werden. — Ter vervanging dier aloude Vlaamsche nijverheid bestaat er thans in het dorp eene fabriek van wollen en katoenen-stoffen, terwijl drie andere fabrikanten dezelfde nijverheid door hunne wevers thuis laten uitoefenen.

Eene bierbrouwerij op het *Goed te twee dreven* vonden wij in 1698 reeds aangehaald.

Het getal herbergen was vroeger betrekkelijk gering. Men had er in 1779, op het deel der gemeente, dat van den Ouden-Burcht afhing, zes, te weten : de *Pinte,* den *Aude meulen,* het *Zwartegat,* « staende op den herwegh, alwaer alle de prochieaffairens » gebeuren, » den *Anker,* het *Lindeken,* eene zonder benaming, bij de Pinte, en drie brandewijnhuizen. Heden ten dage zijn er niet min dan 48, waaronder 16 op de Pinte.

Verders bezit Nazareth tegenwoordig twee olieslagerijen met stoom, waarvan eene zeer belangrijke, en vier stokerijen.

Gelijk de meeste kantonshoofdplaatsen, heeft Nazareth ook zijne week- en jaarmarkten. De Zaterdagsche markt, die hoe langer zoo belangrijker wordt, en alwaar inzonderheid boter, eieren, pluimgedierte, ook groenten, vruchten en planten te koop gesteld worden, mag onder de voornaamste, welke ten platten lande worden gehouden, gerangschikt worden. In verval geraakt, werd zij door het huidige gemeentebestuur, aan welks hoofd de heer

Ph. Kervyn van Volkaarsbeke staat, heropgebeurd. Men telt er soms tot 500 stuks pluimgedierte, doorgaans 2,000 kilogr. boter en van 5,000 tot 10,000 eieren; echter geene granen of zaden, die de landbouwer tegenwoordig meer te huis of op de markt van Gent verkoopt. De markt wordt niet alleen door inwoners van Nazareth, maar ook door die van aanpalende gemeenten, ja van koopmans uit Gent, Oudenaarde en Deinze bezocht. Sedert den 1 Januari 1869 is de wekelijksche biggen- en varkensmarkt veranderd in eene maandelijksche, welke den eersten Zaterdag elker maand plaats heeft, en onder het volk onder de benaming van *Maandfeest* bekend is.

De belangrijkste jaarmarkt is die, welke gehouden wordt den tweeden maandag na den 8 September, wanneer er van 300 tot 400 koppen hoornvee aan de lijn worden gebracht. Zij bestond reeds vóor 1789, en heeft haren oorsprong te danken aan de ontzaglijke bedevaart, die hier vanouds ter eere van O. L. Vrouw bestaat en, zooals het met de meeste bedevaartplaatsen, als Bottelare, Lede, enz., het geval is geweest, tot de ontwikkeling der gemeente niet weinig heeft bijgedragen. De andere jaarmarkt grijpt plaats op den derden Sinksendag.

Er zijn weinige gemeenten in Vlaanderen, die beter voor 't inrichten van markten geschikt zijn dan Nazareth; het eigenlijke dorp, groot, vierhoekig en schier geheel bebouwd, heeft vier breede straten, waar vee en allerhande koopwaren met gemak kunnen geplaatst worden, zonder nood van verwarring of gedrang.

Het jaar door wordt er in de gemeente een groote handel gedreven in vlas, kolen en aardappelen, en des zomers in fruit, dat naar Londen wordt gestuurd. De koopmans en kweekers van hofgevogelte te Nazareth zijn de groote bevoorraders der Pouillemarkt van Gent.

Wat Nazareth nog bij andere meer bevolkte en zelfs bloeiender gemeenten en vlekken vóor heeft, is de voor den handel, nijverheid en persoonlijke betrekkingen zoo gunstige omstandigheid, dat er dagelijks twee brievenbestellingen plaats hebben. Dit feit, ook aan de zorg des huidigen gemeentebestuurs te danken,

stippen wij hier vooral aan ter betrachting van de andere gemeenten, waar dit gevoeglijk kan plaats vinden, omdat er nog heden slechts weinige zijn, die het voordeel der spoedige en gemakkelijke gemeenschap door het geschrevene woord schijnen te waardeeren.

§ 3. — *Bevolking*.

Het ware moeilijk de bevolking van Nazareth vóor de XVIII^de^ eeuw met juistheid te bepalen. Het blijkt uit eene oorkonde van 1558, getiteld : *Lettres d'engagement pour ung terme de* XXX *ans de la terre et S^rie^ de Nasareth*, dat het aan den heer dezer plaats toebehoorende deel toen in 't geheel 173 huizen bevatte. In ieder huis een gezin van 5 personen onderstellende, zou dit deel van Nazareth te dien tijde slechts eene bevolking gehad hebben van 865 zielen. In 1698 waren er onder het Oudenaardsche 208 huishoudens met 910 personen. Met inachtneming van het getal geboorten, die in 1641 tot 75, en in 1650 tot 72 beliep, meenen wij, dat de bevolking alsdan het cijfer van rond de 3,000 zielen moest bereiken. De Castillon, die in het begin der verledene eeuw schreef, geeft 1,400 communicanten op, en de tabel der bevolking van de kastelnij van Oudenaarde, in 1767, voor het onder dit gebied gelegene deel van Nazareth, 1,176 communicanten en 576 kinderen, te zamen 1,751. In 1771 telde Nazareth reeds 3,476 zielen.

De onderstaande tabel zal doen zien in welke klimmende verhouding de Nazarethsche bevolking sedert dit tijdstip tot op den huidigen tijd is aangegroeid :

	Zielen.		Zielen.
1771.	3,476	1822.	4,634
1789.	3,937	1824.	4,827
1801.	4,374	1826.	4,904
1809.	4,270	1827.	4,939
1812.	4,270	1831.	5,185
1817.	4,208	1832.	5,244
1819.	4,605	1833.	5,264

	Zielen.		Zielen.
1834.	5,277	1855.	5,650
1835.	5,343	1856.	5,304 [1]
1836.	5,355	1857.	5,334
1837.	5,351	1858.	5,289
1838.	5,420	1859.	5,327
1839.	5,511	1860.	5,390
1840.	5,534	1861.	5,435
1847.	5,679	1862.	5,498
1848.	5,634	1863.	5,545
1849.	5,719	1864.	5,511
1850.	5,723	1865.	5,466
1851.	5,697	1866.	5,452
1852.	5,634	1867.	5,532
1853.	5,624	1868.	5,543 [2]
1854.	5,681		

Sedert omtrent eene ceuw is de Nazarethsche bevolking dus met 2,056 zielen, of 59 % vermeerderd. In 1801 was er één inwoner op 75 aren oppervlakte; thans is er één op 62 aren, en hoe weinig de bevolking er nog toeneemt, zal men in de gemeente eerlang, ten aanzien harer uitgestrektheid, zooveel inwoners tellen als in welke gemeente van Vlaanderen [3].

[1] Het verschil tusschen dit en het voorgaande cijfer doet het gebrekkige zien, waarmede de bevolkingsregisters onderhouden werden.

[2] Verdeeld in 2,811 van het mannelijke en 2,732 van het vrouwelijke geslacht.

[3] Het is bekend, dat Vlaanderen de meest samengedrongene bevolking van geheel Europa bezit: 1 inwoner op 54 aren oppervlakte.

(Zie E. DE LAVELEYE's voormeld werk, bl. 50.)

TWEEDE HOOFDSTUK.

ZEDELIJKE TOESTAND.

Om den zedelijken toestand eener bevolking volkomen te leeren kennen, is het niet genoeg, eenen blik te slaan in haar bijzonder leven, maar ook al de uitingen van haren geest en de uitslagen harer strevingen, haren handel en wandel, den staat harer opvoeding, gade te slaan. Beginnen wij met de uitspanningen en vermaken, door de ingezetenen van Nazareth vroegertijds en hedendaags betracht.

In de middeleeuwen moet deze gemeente een gilde hebben bezeten, daar wij in eene oorkonde vermeld vonden, dat er ten jare 1522 een landjuweel werd gehouden, waarop de Sint-Jorisbroeders van de stad Deinze prijzen behaalden. De opkomst, de duur, de oorzaak van de ontbinding dier vereeniging zijn niet bekend; evenmin weet men, of er toen ook een rederijkersgenootschap bestond, welke instelling men destijds schier overal naast de schutterskringen ontmoet. In de XVIII[de] eeuw waren er maatschappijen van rederijkers, die eenen tijd lang in grooten bloei moeten geweest zijn. Wij noemen de *Boeren van Nazareth*, de *Yveraers der Wyngaerdrancke*, de *Rederykers der Roose*, der *Violier*, en de *Jonge Konstenaeren*. In het jaar 1761 werden niet min dan 1,200 argumenten of omstandige programma's hunner voorstellingen gedrukt; in 1763, voor de vertooningen van 20 Juni

en 31 Augusti, 600; het jaar nadien, 900, enz. De meeste spelen, men kan 't wel denken, bestonden in godsdienstige vertooningen, want de abt van Sint-Pieters, die hier het geestelijk oppergezag uitoefende, was op het punt der rederijkersspelen zeer nauwgezet. Bovendien werd de voorstelling doorgaans bijgewoond door den pastoor der parochie, den heer en het magistraat der plaats, zoodat de liefhebbers genoeg wisten, waarheen den wagen te richten. In de maand September 1769 vertoonden zij, onder andere, tot driemaal toe: « *'t Beginsel ende instellinge van het aertsbroederschap van den H. Roosen-Crans*, en het *Seldsaem treurgeval van Idonis, dochter van Lotharius*, blijeindig treurspel. » Datzelfde jaar werd *Abraham* opgevoerd, onder leiding van den schrijver dezes tooneelwerks, Jacob Baertsoen, van Avelgem. Dertig jaren later, bepaaldelijk in 1797, kwamen de Nazarethsche rederijkers ten tooneele, onder andere met het treurspel *Cabonus en Pecavia*, dat destijds eene buitengewone populariteit in Vlaanderen genoot, en met de klucht: *Suzanna en den verliefden Arlequin.*

Men zal het niet ontkennen, dat de stukken van de rederijkers dier dagen, van hoe weinig literarische verdienste dan ook, invloed uitoefenden op het volk, hetwelk, eens de school verlaten hebbende, geene andere gelegenheid vond om eenige kennis van geschiedenis op te doen. Was nu die kennis op den buiten meest tot de gewijde of kerkelijke geschiedenis beperkt, het staat evenwel vast, dat zij veelal gepaard ging met begrippen van maatschappelijke aangelegenheden en van zedeleer, welke anders mogelijk nooit op zulke aanschouwelijke wijze, dus nooit zoo treffend, zouden medegedeeld geworden zijn. Hoe gebrekkig dan ook, de tooneelkunst was voor den dorpeling eene wezenlijke leerschool, eene even groote behoefte van den tijd als een middel tot uitspanning.

Vergeleken met de middelen van vermaak en verzet, die de Nazarethsche landman in onze dagen vinden kan, schijnt de toestand van de vorige eeuw, onder dit opzicht, gunstiger dan die van heden. Het rederijkersspel werkte zijnen invloed uit op geest

en hart: het louterde den smaak, vermeerderde de kennis, veredelde het gevoel. Heeft de dorpeling heden der school vaarwel gezegd, alle onderwijs houdt voor hem op, daargelaten de beginselen der zedeleer, die hem in den kansel worden voorgehouden. Inderdaad, welke genootschappen vinden wij tegenwoordig te Nazareth? Een *handbooggilde*, ten jare 1860 heringericht. Wij misprijzen de schieting niet, die in haar zelve als eene heilzame oefening en vredige uitspanning mag aangemerkt worden; doch hoeveel malen ziet men niet, dat de schietfeesten bloot in drinkpartijen ontaarden? Hoe dikwijls gebeurt het niet, dat zij den landman eene betrekkelijk aanzienlijke som gelds in 't jaar kosten, die wel met meer nut zoude kunnen aangewend geworden zijn tot verbetering van zijnen halam, tot gezondmaking zijner hoeve, tot verluchting zijner stallen? Bovendien, op welke wijze wordt het verstand aan de gaairoede beoefend?

Wij hebben ook — waarom zouden wij ze over het hoofd zien? — de genootschappen der *Duivenmelkers*..... Maar als wij deze hier vermelden, laat het zijn om te betreuren dat de plattelandsche jonkheid dezer dagen, over 't algemeen, geen edeler doel weet na te jagen dan die gekke liefhebberij, andere bron van tijd- en geldverlies, zonder geestelijk genot of voordeel.

Wij hebben, eindelijk, een *Fanfarengenootschap*, in 1864 op nieuwe grondslagen gevestigd. De toonkunst, wij ontkennen 't niet, kan, in zekere mate, tot bevordering van beschaafdheid en gevoelsontwikkeling bijdragen; de vereeniging gaf reeds verscheidene festivals, en nam deel aan een groot getal andere, door muziekgezelschappen van naburige plaatsen ingericht. Maar werken instellingen van dien aard zoo rechtstreeks en vooral zoo krachtig op het gemoed als de aanschouwelijke voorstellingen van gebeurtenissen uit de geschiedenis der menschheid?

Wil dit nu zeggen, dat wij de spelen der rederijkers in onze dagen terugwenschen? Meer dan éene reden, wij hoeven dit immers niet te betoogen, verzet zich tegen de uitvoering van zulk gedacht : tijden, maatschappelijke aangelegenheden, behoeften — alles wordt mettertijd gewijzigd.

En vervolgens, zou er geene waarheid zijn in het geen Bilderdijk zingt naar Delille :

« Intusschen, de eenzaamheid van 't schoonste landverblijf,
Vereischt in 't ledige uur een voeglijk tijdverdrijf.
Men kiez'! Doch wachten we ons, uit vorstelijke zalen,
Thalie of Melpomeen op 't veld te willen halen.
Niet, dat ik 't nut vermaak van 't leerzaam schouwtooneel
Den grooten weigren wil op 't prachtig landkasteel.
Daar voegt het. Maar 't genot van 't herderlijke leven
Wordt onder 't needrig dak door schouwburgsmaak verdreven;
Dat trotsche kunstgebrom teelt steedsche zucht met een;
De valsche pronk steekt door, de vrolijkheid vliegt heen.
En werpt het zelfs geen vlek op de onbesproken zeden,
Wen speelsters in 't geheim eene andre rol bekleeden?
Voeg daar het warlen bij van zinneloozen waan,
Waar onmin, wrevel, haat, partijschap, uit ontstaan,
Als ze elk met dolle drift naar de eerste rollen streven,
En 't speelgezelschap-zelf een schoone klucht kost geven.
Nog zwijg ik van 't verlies van d'overdierbren tijd,
Aan wichtiger belang, aan plichten, toegewijd.
Dees, om den vaderrol te beter uit te voeren,
Verwaarloost huis en kroost, en meent mij 't hart te roeren.
'k Zie Meropees, helaas! maar 'k zie geen moeders meer.
Men offert hart en deugd aan laffe spelers eer.
Helaas! de brave zwicht en wordt een plichtverzaker;
De wijze man maakt plaats voor d'ijdlen potsenmaker!
Een Nero, Romes beul, was Romes tooneelist;
Zoo zeer ontaart een mensch, die zijn bestemming mist.
Laat aan een Bingley dan, en wie zijn gaven deelen,
Het voorrecht om 't gemoed op 't schouwtooneel te streelen.
Hun roeping is 't; maar gij, verbeur uw achting niet:
Wees landman : dit 's de rol, dien u uw stand gebiedt[1]. »

Zijn er dan, buiten het tooneel, geene andere middelen, geschikt om de opvoeding des landmans te volmaken, verlichting en beschaving uit te breiden, de dorpsbevolking op te heffen uit den staat van minderheid, waarin zij tegenover den stadsburger

[1] *De Dichtwerken van* W. Bilderdijk (*Het Buitenleven*), VI[e] deel, bl. 277.

verkeert? De school.... Maar men veroorlove ons, aleer onze beschouwing over dit punt neder te schrijven, in korte trekken den zedelijken toestand van de Nazaretsche bevolking te schetsen, en men late ons, om der rechtvaardigheid wille, betoogen, dat onwetendheid en behoefte niet noodzakelijk met bedorvenheid des harten en neiging tot misdaad gepaard gaan.

Het rechterlijk kanton van Nazareth is samengesteld uit de kantonshoofdplaats en de gemeenten Asper, Deurle, Eeke, St.-Martens-Laathem, Zeevergem en Zwijnaarde. Ziehier de opsomming der politiezaken van dit vredegerecht, in twee, op elkander volgende, vijfjarige tijdvakken verhandeld. Wij geven terzelfder tijd die van de overige kantons des arrondissements (dat van Gent alleen uitgezonderd) met de cijfers hunner wederzijdsche bevolking, om des te beter het verschil tusschen alle te doen uitkomen.

Tijdvak 1850-1855.

VREDEGERECHTS-KANTONS.	Bevolking per KANTON op 31 Dec. 1852.	Geoordeel^de ZAKEN.	Getal BETICHTEN.	VEROORDEELDEN — TOT EEN GEVANG — van min dan 5 dagen.	van meer dan 5 dagen.	Tot eene GELDBOET.	TOTAAL.
Assenede. . . .	14,609	227	372	53	32	208	293
Kaprijk	16,352	175	359	101	7	183	291
Kruishouthem . .	19,861	186	461	143	30	211	384
Deinze	18,155	199	368	172	»	136	308
Eekloo	24,021	564	1,089	394	146	414	954
Evergem. . . .	15,449	175	353	23	4	270	297
Loochristi . . .	19,322	168	292	28	6	213	247
Nazareth. . . .	15,263	133	214	43	17	122	182
Nevele	21,003	329	410	116	2	252	370
Oosterzele . . .	24,284	314	456	84	18	234	336
Zomergem . . .	21,450	228	421	112	76	157	345
Waarschoot. . .	11,772	241	508	155	38	224	417
TOTAAL. . .	221,541	2,939	5,303	1,424	376	2,624	4,424

Tijdvak 1856-1865.

VREDEGERECHTS-KANTONS.	Bevolking per KANTON op 31 Dec. 1858.	Geoordeelde ZAKEN.	Getal BETICHTEN.	VEROORDEELDEN tot een gevang van min dan 5 dagen.	tot een gevang van meer dan 5 dagen.	Tot eene GELDBOET.	TOTAAL.
Assenede. . . .	14,431	185	327	31	6	197	234
Kaprijk	15,453	141	238	57	»	126	183
Kruishouthem . .	18,482	146	288	50	3	199	252
Deinze	18,829	250	486	88	»	335	423
Eckloo	23,817	545	1,266	346	59	751	1,156
Evergem	15,072	213	431	38	»	326	364
Loochristi . . .	19,718	173	257	29	11	181	221
Nazareth. . . .	14,353	139	255	48	»	165	213
Nevele	20,415	256	417	74	8	256	338
Oosterzele . . .	23,378	309	589	65	8	377	450
Zomergem . . .	20,448	216	345	40	18	231	289
Waarschoot. . .	11,154	160	351	66	11	220	297
TOTAAL. . .	215,550	2,733	5,250	932	124	3,364	4,420

De uitslag, zoo men ziet, is het kanton Nazareth niet ongunstig. Gedurende het eerstgemelde tijdvak telde men er 1,4 betichte op 100 inwoners, en tijdens het laatste, 1,7 °/o, terwijl men voor de beide tijdvakken in de kantons te zamen een middengetal bekomt van 2,4 °/o. Wat Nazareth, de belangrijkste gemeente uit dien omkring, in het bijzonder betreft, de politiecommissaris heeft er niet veel overtredingen, nog minder misdrijven aan te teekenen.

Die toestand verwondere niet, want de ingezetenen zijn er zacht van inborst, zeer dienstvaardig en beleefd, drie uitmuntende hoedanigheden, door welke vele geschillen, twisten en veeten kunnen vermeden worden. Ondertusschen valt op te merken, dat Nazareth van de *plaag der dorpen* niet heel en

gansch vrij is, ofschoon het jeneverdrinken er zelden op zoogezegde zatlapperij uitloopt. Ook in de vorige eeuw stak Nazareth, onder dit opzicht, bij de plattelandsgemeenten uit den omtrek, Deurle, onder andere, gunstig uit. Ten jare 1779 telde men hier, op het van den Ouden-Burcht afhangende deel, volgens de officiëele statistiek van dit tijdstip, slechts zes herbergen en drie kantienen, en 't is eerst in den beginne der XIX^{de} eeuw, na den inval der Franschen en de wanorde, die de ommekeer der zaken in ons land tot gevolg had, dat wij 't gemeentebestuur verplicht zien eenige maatregelen te nemen, en dan nog eerder ter voorkoming dan ter beteugeling van overtredingen [1].

[1] « DEPARTEMENT VAN DE SCHELDE.

» EERSTE ARRONDISSEMENT.

» *Extrait van den register der besluyten van den meyer der commune van Nazareth.*

» Den meyer der commune van Nazareth, overwegende dat' er vele maetregelen van policie veronagtzaemt zyn in deze commune.

» Gezien de wetten van den 16^{en} en 24^{en} Augusti 1790, en van den 22 Juli 1791, en overwegende dat het betaemt dat de voorzeyde wetten hunne volle en geheele uytwerkinge bekomen.

» BESLUYT :

» EERSTEN ARTIKEL. — Het is verboden aen iegelyk, putten of grachten te maeken ofte doen maeken in de wegen of publieke plaetsen, van aldaer gevelde boomen te laeten liggen, steenen, of alles wat de publieke baene zoude kunnen belemmeren of den doortogt verhinderen.

» II. Het gruys, de bouwstoffen, de neergevelde boomen of alle andere voorwerpen, die de publieke baene zouden kunnen belemmeren, zullen weggenomen worden door de eygenaers, binnen den alderkortsten tyd, faute dies zal het gruys en alle andere voorwerpen amptshalve weggevoert worden ten koste van de overtreders.

» III. Het is bevolen aen alle herbergiers, logiesthouders en andere particuliere, aen de meyerye over te brengen de naemen van alle vreemdelingen dewelke zy herbergen, alwaer het maer zelfs voor eenen nagt.

» IV. Het is verboden aen allen tapper, herbergier, en aen elk in het besonder, die dranken schenkt of open huys houdt, te laeten dansen of thunnen

De dronkenschap hier minder dan, ongelukkiglijk in vele andere plaatsen, eene gewoonte zijnde, zoo is de gemeente ook weinig met den verschrikkelijken geesel, den nasleep dier overdaad, bekend : de gevallen van krankzinnigheid zijn er uitermate schaarsch. Tijdens het laatste tienjarige tijdvak telde men in het geheele kanton van Nazareth :

Krankzinnigen, in hunne familie verzorgd . . .	mannen . .	3
	vrouwen . .	10
Te zamen		13
Krankzinnigen, in gezondheidshuizen geplaatst. .	mannen . .	5
	vrouwen . .	2
Te zamen		20

Onder dit getal waren er 16 behoeftigen. Wij bekomen dus, voor gansch het kanton, nog geen 1 ½ krankzinnige op duizend

huyze vergaederyngen te laeten houden voor pryswinningen of publieke spelen, zonder uytdrukkelyk verlof van den meyer, welk verlof aen hem zelfs in 't geschrift zal moeten afgevraegt worden en ten minsten agt daegen te vooren; alle andere vrage of hoegenaemden eysch zal gelykelyk moeten afgevraegt worden in 't geschrift van den meyer zelfs.

» V. Het is insgelyks verboden aen allen herbergier, tapper of bierschenker, en aen alle andere, drank te schenken naer den negen ueren van den avond, te beginnen met den eersten Germinal tot den eersten Brumaire, en naer den agt ueren, met den eersten Brumaire tot den eersten Germinal.

» VI. De overtreders van dit tegenwoordig besluyt zullen gedaegt worden voor den tribunal van simpele policie en gestraft worden ingevolge de wetten. De adjointen en garde champetres zyn belast te waeken op d'uytvoeringe van het tegenwoordig besluyt.

» Gedaen in de meyerye van Nazareth dezen 7sten Messidor 13e jaer.

(*Was onderteekend*), L. van Rockolfing.

Door den Meyer :

Voor gelykvormig afschrift,

Den secretaris der Meyerye :

Onderteekend, J.-B. Bekaert. »

(Gedrukt exemplaar, in bezit van den heer Ph. Kervyn van Volkaarsbeke, burgemeester van Nazareth.)

ingezetenen, een betrekkelijk klein getal, zoo men het vergelijkt, bij voorbeeld met dat van het kanton van Gent, alwaar er op 1000 inwoners weinig min dan 4 krankzinnigen bestaan.

De armoede, die bij een gedeelte der bevolking heerscht, is minder aan plichtverzuim dan aan andere oorzaken te wijten. In 1801 waren er op 4,574 ingezetenen 290 behoeftigen, hetgeen 16 $^{64}/_{100}$ der bevolking uitmaakt. In 1846 beliep het getal behoeftige huisgezinnen tot 393, samengesteld uit 789 mannen en 956 vrouwen, in 't geheel 1745 personen, of 30 $^{72}/_{100}$; doch men hoeft rekening te houden, dat het toen een jaar van buitengewone ellende en tegenspoed was, terwijl in 1868 het cijfer der behoeftige bevolking reeds tot 618, of 8 $^{95}/_{100}$ verminderd was. De grootste oorzaak van dit verval klimt tot de langdurige nijverheidscrisis op, die zoovele duizenden handen in Vlaanderen deed werkeloos blijven, en die de plattelandsche bevolking met wonden geslagen heeft, welke heden, na omtrent 25 jaren worsteling, nog niet ten eenemale zijn geheeld. Van eenen anderen kant is het stellig, dat Nazareth zeer veel lijdt door den overlast van het arme volk, hetwelk uit naburige gemeenten herwaarts komt en er gevestigd blijft.

Groote besmettelijke ziekten schijnen te Nazareth zelden te hebben geheerscht. Een groot sterftejaar was 1646, wanneer wij op 75 geboorten 135 overlijdens aangeboekt vinden, vooral als men in aanmerking neemt, dat vier jaren daarna, in 1650, het getal gestorvenen tot niet hooger dan 9 beliep. Ook in 1847 richtte de typhus hier eene buitengewone vernieling aan : er stierven dit jaar 244 personen, op 123 geboorten. Wanneer de vreeslijke cholera ten jare 1866 zoo menige slachtoffers maakte, in plaatsen, minder bevolkt en zelfs minder armoedig dan Nazareth, bezweken hier slechts zes personen aan die wreede ziekte, welke dan nog door eenen arbeider uit Gent hier was binnengebracht.

Men denke evenwel niet, na al het voorgaande, dat in deze plaats slechts de deugden van de gulden eeuw en de aartsvaderlijke eenvoud des harten bloeien; maar de zedeloosheid, die er bij een gedeelte der bevolking wordt aangetroffen, is doorgaans eene

uit den vreemde ingesmokkelde plant [1]. De twee groote oorzaken, die er het zedelijke gevoel verbasteren, zijn : het soldatenleven en de uitwijking naar Frankrijk. De eerste trekt geregeld ieder jaar de moedigste werkers naar de kazerne, waar de zachtaardigheid, de eenvoud, de voorvaderlijke deugd en godsdienstzin weldra verleerd worden; en wat de arbeider betreft, die zich naar Frankrijk begeeft, aangelokt door het hoogere loon, dat hem ginder aangeboden wordt, ook deze keert, na het verrichte delf- of oogstwerk, naar zijn dorp terug met begrippen, gewoonten en zeden, veelal volkomen in strijd met degene, welke hier vanouds in zwang zijn. Is het te verwonderen, dat slechte driften en neigingen aldus van lieverlede in het dorp verspreid geraken, dat de landaard verzwakt en verbastert, sommige gemeenten hoe langer zoo meer ontvolken? Immers, vele jongelingen uit de kazerne of van den vreemden bodem teruggekeerd, vinden niet langer voldoening in den eenvoudigen landmansstaat, die hun geen het minste voedsel voor hunne aangewonnene hebzucht of kwade hartstochten aanbiedt. De schitter der stad, rijk aan weelde en genot, maar ook vol van de modder der laagheid, waar men op den buiten zelfs geen besef van heeft, trekt die ongelukkigen aan. Zij werpen spade en ploeg weg, en komen, aangelokt door de bedrieglijke fortuin, gekwollen door het voorbeeld van misschien éenen gelukkige op duizend, naar de stad, ten koste hunner gezondheid en krachten, zoo dikwijls, eilaas! om in nog diepere ellende, eindelijk ten laste der openbare liefdadigheid te vallen, en van uitputting, of van ziekten zonder naam, in een hospitaal te sterven!

Niet zonder reden klaagt dus de landbouwer over het van jaar tot jaar schaarscher wordende getal arbeiders, waardoor de ontwikkeling des akkerbouws gestremd wordt. En toch vindt de Vlaamsche uitwijkeling in Frankrijk noch heil noch rust. Onbekend met de aldaar gesprokene taal, wordt er hem slechts zooveel achting geschonken, als de kracht zijner handen zijnen nieuwen meester waard is, en hij kwijnt ook daar in diepe on-

[1] In de verledene eeuw telde men hier slechts over het algemeen éene onwettige geboorte op 100. Heden zijn er doorgaans 6 op 100.

wetendheid, totdat eindelijk de verveling hem doet besluiten naar Vlaanderen terug te keeren.

Verspreiding van onderwijs, bevordering van kennis en wetenschap zouden voorzeker veel tegen de kwaal vermogen. En hier moeten wij het betreuren, dat de boer van Nazareth, over 't algemeen, nog geen volkomen begrip heeft van het hooge nut, wat zeggen wij? van de dringende behoefte des onderwijzes. Wij betreuren het te meer, daar wij hem kennen als aangedaan met bijgeloof, het natuurlijke gevolg van de afzondering, in welke de gemeente zoo langen tijd gebleven is, en van de weinige geleerdheid harer bewoners. Onder dit laatste opzicht is de huidige toestand, vergeleken bij dien der vorige eeuw, weinig verbeterd, als er ook verbetering is. Inderdaad, aannemende dat de rederijkersvertooningen te Nazareth ook door eenige ingezetenen van de naburige plaatsen werden bijgewoond, lijdt het geen twijfel, dat verreweg de meeste toeschouwers tot de gemeente behoorden, en gebruik wisten te maken van het gedrukte « argument »; neemt men nu ook aan, dat ieder gezin doorgaans slechts éen zulker programma's kocht, en daarbij niet al de familiën op iedere vertooning vertegenwoordigd waren, dan zal men nagenoeg eenen maatstaf hebben van den staat der geleerdheid in de gemeente, omtrent het midden der vorige eeuw, en zal die toestand zeker niet ongunstig voorkomen.

En nogtans, hoeverre is het onderwijsstelsel dezer dagen dat der vorige eeuw vooruit! Over honderd jaren leerde de Vlaamsche dorpeling al weinig meer dan lezen en schrijven. De *Historie van Julius Cæsar*, in Gothisch karakter, was te Nazareth en omliggende gemeenten zijn hoogste lees,- ja zijn leerboek voor de vaderlandsche geschiedenis; daarbij voegde de dorpsonderwijzer ook wel een oud nummer der *Gazette van Gend,* of eenig onbeduidend handschrift van vroegeren tijd. Alles dus, wat den leerling in de hand werd gegeven, was gebrekkig : ellendige taal, zonder vasten regel, gemis van stijl, armoede van gedachten. Voeg daarbij, een doorgaans slecht, ongezond schoollokaal, eenen sukkelachtigen meester, mengeling der geslachten, volslagen onbekendheid met de eenvoudigste leerwijze — en men zal

zonder moeite begrijpen, wat de vruchten van zulk onderwijs zijn moesten [1].

Wij zegden, dat de verbetering van het volksonderwijs, waarover het huidige geslacht zich verheugen mag, den Nazarethschen landman weinig gebaat heeft. En inderdaad, de statistiek, welke wij daarover kunnen mededeelen, is juist niet zeer verblijdend.

In 1846 werden de beide scholen (ten dorpe en ter Pinte) slechts door 39 jongens en 59 meisjes, te zamen 98 kinderen bezocht. 2 jongens en 4 meisjes ontvingen onderwijs te huis; 2 meisjes waren in de kostschool. In 1868 was de school ten dorpe door 60 betalende en 90 behoeftige kinderen bezocht, in 't geheel 150 scholieren. Op datzelfde tijdstip waren er in de school ter Pinte 20 behoeftige en 27 betalende jongens, te zamen 47. Er is, zoo men ziet, verbetering, doch de algemeene uitslagen van het onderwijs zijn nog op verre na niet, zooals men met recht er van verwachten mag. In den prijskamp onder de scholen des kantons Nazareth, ten jare 1862 geopend, behaalde de school ter Pinte, met die van Zwijnaarde vereenigd, slechts 15 % der te bekomene punten — zeker een geheel betreurenswaardig resultaat! In 1865 behaalde de school van het dorp nauwelijks het derde der punten, voor een volmaakt prijswerk toegekend; in het vak der rekenkunde, onder andere, bekwam die school geene punten... Ziehier, ten

[1] Het is verwonderlijk, dat er in de XVIIIe eeuw zoo weinig degelijks voor het volksonderwijs door de openbare besturen is gedaan geworden. Nauwelijks heeft men een paar officiëele stukken aan te wijzen: een edict van 17 October 1703, waarbij zekere schikkingen van vroeger uitgevaardigde edicten vernieuwd werden, aan onderwijzers en onderwijzeressen verbiedt, zich van schoolboeken te bedienen, die godsdienst of zedeleer tegenstrijdig zijn, en dat de leerlingen verplicht, alle zon- en feestdagen de goddelijke diensten en den catechismus bij te wonen, en éens ter maand hunne biecht te spreken. Het tweede officieële stuk betrekkelijk het lager onderwijs werd den 6 September 1774 door de Keizerin Maria-Theresia uitgevaardigd, niet alleen voor België, maar voor al hare staten. Het mag eene volledige wetgeving geacht worden voor het lager onderwijs, beschouwd als de ontwikkeling van de godsdienstige, zedelijke en verstandelijke gevoelens, en zelfs van de beroepsneigingen der bevolkingen. In België werd dit voorschrift, ongelukkig, niet ten uitvoer gebracht.

overige, eene tabel, aanduidende het getal niet onderwezene lotelingen van het jaar 1842 tot 1868.

JAARTALLEN.	Getal LOTELINGEN.	ONGELETTERDEN.	ONGELETTERDEN op honderd.
1842.	64	54	84,37
1843.	67	49	73,13
1844.	79	58	73,41
1845.	75	54	72 »
1846.	55	40	72,72
1847.	58	39	67,24
1849.	69	39	56,52
1850.	61	40	65,57
1851.	59	42	71,18
1852.	54	38	70,37
1853.	65	37	56,92
1854.	71	38	53,55
1855.	45	33	73,33
1856.	60	32	53,33
1857.	42	24	52,38
1858.	58	37	63,80
1859.	46	23	50 »
1860.	44	20	45,45
1861.	53	24	45,26
1862.	56	31	55,35
1863.	59	18	30,50
1864.	52	26	50,00
1865.	57	21	36,86
1866.	39	9	23,07
1867.	47	20	42,55
1868.	42	7	16,66

En wat den graad van geleerdheid der gansche bevolking betreft, ziehier wat ons door de laatste algemeene optelling van 1866 bekend gemaakt wordt :

AANDUIDING van den graad der geleerdheid.	Getal inwoners.														
	Geboren in en vóor 1831.		Geboren van 1832 tot 1844.		Geboren in 1845.		Geboren van 1846 tot 1851.		Geboren in 1852.		Geboren in 1853 en daarna.		TOTAAL.		
	M.	Vr.	M.	Vr.	M.	Vr.	M.	Vr.	M.	Vr.	M.	Vr.	M.	Vr.	Te zamen.
Kunnende lezen en schrijven . . .	276	204	160	174	19	18	99	108	12	16	79	70	645	590	1,235
Niet kunnende lezen en schrijven . .	876	980	365	257	29	25	164	128	29	30	710	704	2,173	2,124	4,297
TOTAAL. . .	1,152	1,184	525	431	48	43	263	236	41	46	789	774	2,818	2,714	5,532

Zijn zulke cijfers niet bedroevend?

Gelukkiglijk worden thans in de gemeente krachtdadige pogingen te werk gesteld om dien toestand te verbeteren, dank aan de zorg des gemeentebestuurs, en vooral van den heer Ph. Kervyn van Volkaarsbeke, burgemeester van Nazareth, die er zich op toelegt de onwetendheid uit te roeien, de verstandige en zedelijke ontwikkeling der inwoners te begunstigen. De oorzaak, die den bloei van het lager onderwijs tegenwerkt, zal echter niet gemakkelijk uit den weg geruimd worden, daar zij in verband staat met eene dagelijksche behoefte, met het stoffelijke belang des dorpelings. Altijd en uitsluitend de oogen op zijn bedrijf gevestigd, vraagt de landman, waar hij de koeiers vinden zal, wanneer de knapen ter schole zijn?

Bezield door de loffelijke gedachte, om het schoolgaan aan te moedigen, richtte het gemeentebestuur in 1867 eene kostelooze school in voor volwassene jongelingen, welke den 2 Januari 1868 reeds 74 leerlingen telde, doch den 15 Maart daaropvolgende nog slechts door 15 jongelingen werd bijgewoond. Bij de hervatting der leergangen, evenwel, vermeerderde dit cijfer weer, en om den ijver der jongelingschap aan te wakkeren, kondigde het gemeentebestuur aan, dat er voortaan op het einde des schooljaars eene luisterrijke prijsdeeling zou plaats hebben.

Wat de meisjes betreft, deze ontvangen hun onderricht in eene door geestelijke Zusters bestuurde school, waar ook het kantwerk onderwezen wordt. Er zijn te Nazareth ook zondagscholen voor jongelingen en meisjes, waar de geestelijkheid en eenige andere personen godsdienstig en zedelijk onderricht geven.

En toch is dit alles niet in verhouding met de behoeften des tijds. Vlaanderen — waarom zouden wij 't verzwijgen? — houdt geenen gelijken tred met de andere natiën: vooral de Engelsche landbouwer is den Vlaamschen vooruitgestreefd! Zoeken nijverheid en wetenschap elken dag naar nieuwe middelen om de voortbrengingskracht te vermeerderen, den arbeid lichter te maken en te bespoedigen, waar zijn onze landbouwers, die daar vertrouwen in stellen? Onwetend, gelijk er zoo vele zijn, vreezen zij den weg der verbetering in te slaan, en terwijl zij den slenter getrouw

blijven, en met moeite 't eene eind des jaars aan 't andere knoopen, streeft de wetenschap naar de volmaking der verschillige bedrijven en naar het stoffelijke welzijn [1]. Vroeger was eene goede practijk den landman voldoende; nu, althans in vele gevallen, zijn ook theoretische kennissen noodig. De natuurkunde moet den grondbebouwer bekend maken met de aarde, haar omkleedsel, verdeeling en bestanddeelen; met den dampkring, de oorzaken van warmte en koude, enz.; de aardkunde zal hem de gronden doen kennen, die hij bewerken moet, en de beste grondstoffen voor den plantenkweek; door de scheikunde zal hij een volkomen begrip verkrijgen van de bestanddeelen der planten, en weten welke stoffen door ieder gewas uit den bodem getrokken worden, dus — de wetenschap van grondverbetering en vruchtverwisseling. Ook op het gebied der dierkunde mag hij geen vreemdeling zijn; immers deze moet hem de wetten der gezondheidsleer, der voeding, voortteling, mesting en gebruik der dieren doen kennen; eindelijk door behulp der huishoudkunde zal hij wijselijk leeren zorgen en vooruitzien, spaarzaamheden invoeren, en bij die ervaring stoffelijk welzijn inoogsten.

Zeker valt het niet in ons gedacht, te vergen, dat al deze wetenschappen op de lagere buitenschool « grondig » zouden onderwezen worden; maar wij houden ons overtuigd, dat ook eene oppervlakkige kennis er van den veldeling hoogst dienstig zoude zijn. Buiten de school zou die kennis kunnen ontwikkeld worden door het inrichten van landbouw-conferentiën, door bevoegde leeraars gegeven; door de lezing van wetenschappelijke boeken

[1] Wij mogen 't evenwel zeggen : niet stelselmatig verstoot de Nazarethsche landbouwer het nieuwe in zijn vak, maar hij verlangt, dat de degelijkheid er van hem herhaalde malen bewezen zij. Die aarzeling laat gemis aan initiatief veronderstellen. Toch heerscht er onder de boeren van Nazareth een groote naijver, en wij mogen er bijvoegen, dat zij een volkomen begrip hebben van den aard en de behoeften des bodems, dien zij bewerken moeten, en wat die opleveren kan. Dit heeft zeker zijne waarde, want te Nazareth vergt de bodem eene grootere landbouwkennis dan elders : op éene hectare lands zijn soms tot vier verschillende soorten van grond; hier, bij voorbeeld, zal goede tarwe, eenige stappen verder, slechts rogge kunnen geteeld worden, enz.

en tijdschriften; door al de verspreidingsmiddelen, in een woord, welke de tegenwoordige wetenschap ten dienste staan. Één voorbehoud is noodig, — wij hebben er nauwelijks op te wijzen : — de taal van den Vlaamschen boer alleen kan hier tot voertuig der beschaving dienen.

Zoo wierde onze bevolking opgeleid tot eenen beteren staat, en zou Vlaanderen weer de plaats veroveren, die het eenmaal onder de beschaafde volkeren heeft bekleed. Heeft het zich in deze eeuw laten vooruitstreven, vergeten wij niet, dat het eens aan Engeland, thans zijn meester, den akkerbouw en de weefnijverheid heeft geleerd; dat Colbert, de groote minister van Lodewijk XIV, Vlaamsche arbeiders kwam opzoeken om de toen in Frankrijk nog onbekende nijverheden in te voeren; dat reeds in de XVIde eeuw Vlaanderen den eernaam droeg van « Tuin van Europa, » en het kleintalige volk, dat op zijnen bodem heeft geleefd, reeds van de vroege middeleeuwen in de letteren, in de wetenschappen, in de kunsten, in al de vakken der menschelijke bedrijvigheid heeft uitgemunt.

EINDE.

SUR

LE PROBLÈME DES PARTIS,

PAR

P. MANSION.

—

(Mémoire présenté à l'Académie royale des sciences de Belgique, le 12 mai 1868.)

SUR

LE PROBLÈME DES PARTIS.

Poisson, dans la *Probabilité des jugements*, §§ 15 et 16, donne une solution indirecte du problème des partis, dans le cas de deux joueurs, au moyen des principes les plus simples du calcul des probabilités. Laplace donne une autre solution, dans la *Théorie analytique des probabilités*, par un raisonnement direct (liv. II, § 7) et par l'analyse des fonctions génératrices (*id.*, § 8 corrigé, IV[e] supplément, n° 4); on arrive aussi à ce résultat au moyen des premiers principes du calcul inverse des différences.

Dans le cas de deux joueurs, Laplace transforme (liv. II, § 8) la valeur trouvée par lui, en celle que Poisson a donnée. Laplace emploie pour cela une formule qui donne la somme des s premiers termes du développement de $(1 + z)^m$, formule démontrée par lui au moyen du calcul intégral (liv. I, § 37); par Poisson [1], au moyen du calcul des probabilités.

[1] *Probabilité des jugements*, § 73.

Dans cette note nous démontrerons d'abord diverses formules sur les combinaisons et, de l'une d'elles, nous déduirons la formule de Laplace, sur le binôme, dont nous venons de parler. Au moyen de ces formules sur les combinaisons, nous prouverons analytiquement que la solution de Poisson et celle de Laplace conduisent à une même valeur de la probabilité cherchée, dans le cas de deux joueurs. Enfin, dans le cas d'un nombre quelconque de joueurs, nous donnerons une expression de cette probabilité analogue à celle que Poisson a trouvée dans le cas de deux joueurs.

Dans ce qui suit nous aurons à considérer des produits et des quotients de factorielles. Nous poserons, pour simplifier,

$$\varphi(a, b) = \frac{1.2.3\ldots(a+b)}{1.2.3\ldots a \times 1.2.3\ldots b}, \quad \varphi(a, b, c) = \frac{1.2.3\ldots(a+b+c)}{1.2\ldots a \times 1.2\ldots b \times 1.2\ldots c}$$

et ainsi de suite, en supposant que $123\ldots k$ se réduise à l'unité quand k se réduit à zéro. On aura, d'après ces notations,

$$\varphi(a, o) = 1, \quad \varphi(a, b, o) = \varphi(a, b)$$
$$\varphi(a, b, c) = \varphi(a, b) \times \varphi(a+b, c) \quad \ldots\ldots \quad (1).$$

§ I. — Formules préliminaires sur les combinaisons.

1. *Première formule.* — Soient $a, b, c, m, m_1, m_2, n, n_1, n_2, \mu, \mu_1, \mu_2, \nu, \nu_1, \nu_2, h$ des nombres entiers satisfaisant aux relations

$$b = m \text{ ou } > m \qquad c = n \text{ ou } > n,$$
$$m = m_1 + m_2 \quad n = n_1 + n_2 \quad \mu = \mu_1 + \mu_2 \quad \nu = \nu_1 + \nu_2,$$

z, z_1, z_2 des quantités positives plus petites que l'unité, z étant égal à $(z_1 + z_2)$.

On aura

$$(1 - z)^{a+m+n} = 1 + (-1)\, z\, \varphi(a + m + n - 1, 1)$$
$$+ (-1)^2 z^2 \varphi(a + m + n - 2, 2) + \text{etc.}$$

Le terme en z^{m+n} sera

$$(-1)^{m+n} z^{m+n} \varphi(a, m+n).$$

Or,

$$z^{m+n} = (z_1+z_2)^{m+n} = z_1^{m+n} + z_1^{m+n-1} z_2^1 \cdot \varphi(m+n-1, 1) + \text{etc.};$$

le terme en $z_1^m z_2^n$ aura pour coefficient $\varphi(m, n)$; par suite, dans le développement de $(1 - z_1 - z_2)^{a+m+n}$, le terme en $z_1^m z_2^n$ sera

$$(-1)^{m+n} z_1^m z_2^n \varphi(a, m+n) \times \varphi(m, n)$$

ou d'après la formule (1)

$$(-1)^{m+n} z_1^m z_2^n \varphi(a, m, n) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Par un raisonnement analogue on prouve que

$$(1-z_1-z_2)^{a+b+c+1} = \Sigma(-1)^{\mu_1+\nu_1} z_1^{\mu_1} z_2^{\nu_1} \varphi(a+b+c+1-\mu_1-\nu_1, \mu_1, \nu_1) \quad (3),$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs de μ_1 et ν_1 comprises entre o et $(a+b+c+1)$, et telles que $(\mu_1+\nu_1)$ n'est pas supérieur à $a+b+c+1$.

Considérons maintenant le développement de $(1-z)^{-h-1}$. On a

$$(1-z)^{-h-1} = 1 + \frac{h+1}{1} z + \frac{(h+1)(h+2)}{1 \cdot 2} z^2 + \text{etc.}$$
$$= \Sigma z^{\mu_2+\nu_2} \varphi(h, \mu_2+\nu_2),$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs de $(\mu_2+\nu_2)$ depuis o jusqu'à l'infini. Dans le développement de $z^{\mu_2+\nu_2} = (z_1+z_2)^{\mu_2+\nu_2}$, le terme en $z_1^{\mu_2} z_2^{\nu_2}$ a pour coefficient $\varphi(\mu_2, \nu_2)$. Par suite,

$$(1-z)^{-h-1} = (1-z_1-z_2)^{-h-1} = \Sigma z_1^{\mu_2} z_2^{\nu_2} \varphi(h, \mu_2+\nu_2) \times \varphi(\mu_2, \nu_2)$$

ou en employant la formule (1)

$$(1-z_1-z_2)^{-h-1} = \Sigma z_1^{\mu_2} z_2^{\nu_2} \varphi(h, \mu_2, \nu_2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4),$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs de μ_2 et ν_2 depuis o jusqu'à l'infini.

Faisons $h = b - m + c - n$ et multiplions entre elles les égalités (3) et (4). Le produit des seconds membres sera

$$\Sigma (-1)^{\mu_1 + \nu_1} z_1^{\mu} z_2^{\nu} \varphi(h, \mu_2, \nu_2) \times \varphi(a+b+c+1-\mu_1-\nu_1, \mu_1, \nu_1) \quad (5),$$

et devra être égal au développement de

$$(1 - z_1 - z_2)^{a+b+c-h} = (1 - z_1 - z_2)^{a+m+n}.$$

Le signe Σ s'étend à toutes les valeurs de μ_1 et ν_1 entre o et $a + b + c + 1$, et telles que $(\mu_1 + \nu_1)$ ne soit pas supérieur à $(a + b + c + 1)$; et à toutes les valeurs de μ_2 et ν_2 depuis o jusqu'à l'infini.

Prenons dans ce second membre le terme en $z_1^m z_1^n$. Son coefficient sera

$$\Sigma (-1)^{m_1 + n_1} \varphi(h, m_2, n_2) \times \varphi(a+b+c+1-m_1-n_1, m_1, n_1),$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs de m_1 depuis o jusqu'à m, de n_1 depuis o jusqu'à n. Ce coefficient devant être égal à celui de $z_1^m z_2^n$ dans l'expression (2), on a

$$(-1)^{m+n} \varphi(a, m, n) = \Sigma (-1)^{m_1+n_1} \varphi(h, m_2, n_2) \times$$
$$\varphi(a+b+c+1-m_1-n_1, m_1, n_1).$$

Divisons, de part et d'autre, par $(-1)^{m+n}$, et remarquons que

$$(-1)^{m_1 - m + n_1 - n} = (-1)^{-m_2 - n_2} = (-1)^{m_2 + n_2}.$$

Nous aurons donc

$$\text{(A)}. \quad . \quad . \quad \varphi(a, m, n) = \Sigma (-1)^{m_2+n_2} \varphi(b - m + c - n, m_2, n_2)$$
$$\times \varphi(a+b+c+1-m_1-n_1, m_1, n_1),$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs de m_1 depuis o jusqu'à m, de n_1 depuis o jusqu'à n.

Si, dans le développement (5), on prend le terme en $z_1^{\mu} z_2^{\nu}$, μ et ν étant tels que leur somme surpasse $(a + m + n)$, son coefficient devra être nul. D'où la formule

$$\Sigma(-1)^{\mu_1+\nu_1} \varphi(h, \mu_2, \nu_2) \times \varphi(a+b+c+1-\mu_1-\nu_1, \mu_1, \nu_1) = o,$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs de μ_1 depuis o jusqu'à μ, de ν_1 depuis o jusqu'à ν.

Remarque. — On peut obtenir beaucoup d'autres formules sur les combinaisons, en multipliant $(1 - z)^{\pm s}$ par $(1 - z)^{\pm t}$, s et t étant des nombres entiers. Dans le cas où l'on prend les signes inférieurs, on peut multiplier entre elles les séries du second membre parce qu'elles sont convergentes et ont tous leurs termes positifs, et le produit sera la série qui donne le développement de $(1 - z)^{-t-s}$. De plus, ces formules peuvent s'étendre à un nombre quelconque d'indices.

2. *Deuxième, troisième et quatrième formule.* — La formule (A), dans le cas où l'on fait $c = n = n_1 = n_2 = o$, devient

$$\varphi(a, m) = \Sigma(-1)^{m_2} \varphi(b - m, m_2) \times \varphi(a + b + 1 - m_1, m_1) \quad . \quad (B).$$

On trouve encore par le procédé indiqué dans la remarque précédente [1]

$$\varphi(m + 1 - n_1, n_1) = \Sigma \varphi(m - n, l) \times \varphi(n - n_1, n_1 - l). \quad . \quad (C),$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs de l depuis o jusqu'à n_1.

Enfin, en effectuant les calculs indiqués dans le second membre, on démontre sans peine que

$$\varphi(a + 1, k) = \varphi(a, k) + \varphi(a + 1, k - 1).$$

Par suite,

$$\varphi(a + 1, k) = \varphi(a, k) + \varphi(a, k - 1) + \varphi(a, k - 2) + \ldots + \varphi(a, 1) + \varphi(a, o) \quad (D).$$

[1] Catalan, *Journal de Liouville*, t. VII.

3. *Démonstration de la formule de Laplace sur la somme des* s *premiers termes du binôme.* — Cette formule est la suivante :

$$\varphi(m+1,o)+u\,.\,\varphi(m,1)+u^2\,.\,\varphi(m-1,2)+\ldots\ldots+u^n\varphi(m+1-n,n)$$
$$=(1+u)^n\left[\varphi(m-n,o)+\frac{u}{1+u}\varphi(m-n,1)+\frac{u^2}{(1+u)^2}\varphi(m-n,2)\right.$$
$$\left.+\ldots+\frac{u^n}{(1+u)^n}\varphi(m-n,n)\right]$$

où u désigne une quantité positive. Pour démontrer cette formule, nous poserons

$$p=\frac{u}{1+u},\quad q=\frac{1}{1+u},\quad p+q=1.$$

La formule précédente deviendra, en divisant les deux membres par $(1+u)^n$

$$\varphi(m+1,o)\,q^n+\varphi(m,1)\,q^{n-1}p+\ldots\ldots+\varphi(m+1-n,n)\,p^n=\varphi(m-n,o)\,p^o$$
$$+\varphi(m-n,1)\,p+\ldots.+\varphi(m-n,n)\,p^n\quad\ldots\ldots\ldots\ldots\quad(6).$$

Remplaçons, dans chaque terme $\varphi(m-n,\,l)\,p^l$ du second membre, p^l par

$$p^l(p+q)^{n-l}\ \text{ou}\ \Sigma\,\varphi(n-n_1,n_1-l)\,p^{n_1}q^{n-n_1},$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs de n_1 depuis o jusque $(n-l)$. Après cette substitution le coefficient de $p^{n_1}q^{n-n_1}$ dans le second membre de (6) sera

$$\Sigma\,\varphi(m-n,l)\times\varphi(n-n_1,\,n_1-l),$$

la somme Σ s'étendant à toutes les valeurs de l, depuis o jusqu'à n_1.

Or cette expression, d'après la formule (C), est égale à

$$\varphi(m+1-n_1,n_1),$$

c'est-à-dire au coefficient de $p^{n_1} q^{n-n_1}$ dans le premier membre de (6). Cette égalité (6) est donc vérifiée.

§ II. — Le problème des partis dans le cas de deux joueurs; de trois joueurs, etc.

1. Cas de deux joueurs. — *Deux personnes,* A, B, *jouent à un jeu tel qu'à chaque coup l'une des deux gagne un point. Pour que la partie soit terminée il manque* (a + 1) *points au joueur* A, (b + 1) *à* B. *Sachant que les probabilités de gagner un point sont respectivement* p *et* q *pour* A *et* B, *on demande la probabilité* P *pour le joueur* A *de gagner la partie.*

La probabilité que A gagnera a fois, B m fois sur $(a + m)$ coups, puis que A gagnera encore une fois, est $p^a . q^m . \varphi(a, m) \times p$; par suite,

$$P = \Sigma' p^{a+1} . \varphi(a, m) . q^m . = p^{a+1} \Sigma q^m \times \varphi(a, m) \quad . \quad . \quad . \quad (7),$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs de m, depuis o jusqu'à b.

On peut remarquer, avec Poisson, que la partie sera terminée après $a + b + 1$ coups, au plus. Si on imagine que dans tous les cas A et B jouent $a + b + 1$ fois, la probabilité que A fera $(a + 1)$ points, au moins, ou que B en fera b, au plus, sera précisément égale à P. Or, la probabilité que A fera $(a + b + 1 - \mu_1)$ points et que B en fera μ_1, est

$$p^{a+b+1-\mu_1} q^{\mu_1} \times \varphi(a + b + 1 - \mu_1, \mu_1)$$

et, par suite,

$$P = p^{a+1} \Sigma p^{b-\mu_1} q^{\mu_1} \times \varphi(a + b + 1 - \mu_1, \mu_1) \quad . \quad . \quad . \quad (8),$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs de μ_1, depuis o jusqu'à b.

On peut démontrer comme suit l'identité des expressions (7) et (8) de P, au moyen de l'analyse. Remplacez, dans la seconde, $p^{b-\mu_1}$ par

$$(1 - q)^{b-\mu_1} = \Sigma(-1)^{\mu_2} q^{\mu_2} \varphi(b - \mu, \mu_2),$$

la somme Σ s'étendant à toutes les valeurs de μ_2, depuis o jusqu'à $(b - \mu_1)$. On aura pour coefficient de $p^{a+1} q^m$ dans l'expression (8), après cette substitution

$$\Sigma (-1)^{m_2} \varphi(b - m, m_2) \varphi(a + b + 1 - m_1, m_1),$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs de m_1, depuis o jusqu'à m. Mais ce coefficient, d'après la formule (B), est égal à $\varphi(a, m)$, c'est-à-dire au coefficient de $p^{a+1} q^m$ dans l'expression (7) de P. D'où résulte l'identité des deux expressions (7) et (8).

Remarque. — Nous venons de trouver P en fonction de p et de q sous deux formes différentes se ramenant l'une à l'autre. On peut facilement éliminer p ou q de l'expression de P. Ainsi, si l'on élimine p, il vient

$$P = (1 - q)^{a+1} \Sigma q^m \times \varphi(a, m),$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs de m, depuis o jusqu'à m.

Si l'on élimine q l'expression peut prendre une forme assez remarquable. On a, en effet,

$$\Sigma q^m \varphi(a, m) = \Sigma (1 - p)^m \varphi(a, m) = \Sigma (-1)^l p^l \varphi(a, m) \times \varphi(m - l, l),$$

la dernière somme se rapportant à toutes les valeurs de m, de o à b, et pour chaque valeur de m, à toutes les valeurs de l, de o à m. Le coefficient de p^l est donc

$$\Sigma \varphi(a, m) \times \varphi(m - l, l),$$

abstraction faite du signe, la somme s'étendant à toutes les valeurs de m, depuis l jusqu'à b. Or on a :

$$\varphi(a, m) \times \varphi(m - l, l) = \frac{1 . 2 . 3 \ldots . (a + m)}{1 . 2 . 3 \ldots a \times 1 . 2 . 3 \ldots . (m - l) \times 123 \ldots l}$$
$$= \varphi(a, l) \times \varphi(a + l, m - l).$$

Ce coefficient de p^l est donc, au signe près, égal à

$$\varphi(a, l)\left\{\varphi(a+l, o)+\varphi(a+l, 1)+\ldots\ldots+\varphi(a+l, b-l)\right\},$$

ou, d'après la formule (D),

$$\varphi(a,l)\,\varphi(a+l+1, b-l)=\frac{1.2.3\ldots\ldots(a+l)}{1.2.3\ldots a\times 1.2.3\ldots l}\times\frac{1.2.3\ldots\ldots(a+b+1)}{1.2.3\ldots(a+l+1).1.2.3.(b-l)}$$

$$=\frac{1.2.3\ldots(a+b+1)}{1.2.3\ldots a\times 1.2.3\ldots b}\times\frac{\varphi(l, b-l)}{a+1+l}.$$

On peut donc mettre la probabilité P sous la forme :

$$\mathrm{P}=\frac{1.2.3\ldots\ldots(a+b+1)}{1.2.3\ldots a\times 1.2.3\ldots b}\,\Sigma(-1)^l\,\varphi(l, b-l)\,\frac{p^{a+1+l}}{a+1+l}.$$

Dans la somme indiquée, on doit donner à l toutes les valeurs de o à b. Le facteur constant, qui multiplie Σ, peut s'exprimer par

$$\frac{1}{\mathrm{B}(a+1, b+1)},$$

B désignant la première intégrale eulérienne.

2. *Cas de plusieurs joueurs.* — Nous ne considérons que le cas de trois joueurs; ce que nous en disons s'étendant sans peine au cas d'un nombre quelconque de joueurs.

Nous appelons C le troisième joueur; $(c+1)$ est le nombre de points qu'il lui manque pour gagner la partie; r sa probabilité de gagner un point. On trouvera que la probabilité que A gagnera a fois, B m fois, C n fois sur $(a+m+n)$ coups, puis que A gagnera encore une fois, est $p^{a+1}\,q^m\,r^n\,\varphi(a, m, n)$; que, par suite, la probabilité pour A de gagner la partie est

$$\mathrm{P}=p^{a+1}\,\Sigma q^m\,r^n\,\varphi(a, m, n)\,.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\quad(9),$$

la somme se rapportant à toutes les valeurs de m, depuis o jusqu'à b, de n, depuis o jusqu'à c.

Au moyen de la formule (A), cette expression peut se mettre sous la forme

$$P = p^{a+1}\Sigma(-1)^{m_2+n_2} q^m r^n \times \varphi(b-m+c-n, m_2, n_2)$$
$$\times\ \varphi(a+b+c+1-m_1-n_1, m_1, n_1). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10),$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs de m, de o à b, de n, de o à c, et pour chaque valeur de m et n, à toutes les valeurs de m_1, de o à m, de n_1, de o à n.

Si l'on résout le problème suivant, analogue à celui auquel Poisson ramène le problème des partis, dans le cas de deux joueurs : cherchez la probabilité P_1, pour le joueur A, de faire au moins $(a+1)$ points sur $(a+b+c+1)$ coups, on trouve

$$P_1 = p^{a+1}\Sigma p^{b-\mu_1+c-\nu_1} q^{\mu_1} r^{\nu_1} \varphi(a+b+c+1-\mu_1-\nu_1, \mu_1, \nu_1) \quad (11),$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs de μ_1 et ν_1, comprises entre o et $b+c$, pourvu que $\mu_1+\nu_1$ ne surpasse pas $(b+c)$. Remplaçons cette expression $p^{b-\mu_1+c-\nu_1}$ par $(1-q-r)^{b-\mu_1+c-\nu_1}$ et nous trouverons

$$P_1 = p^{a+1}\Sigma(-1)^{\mu_2+\nu_2} q^{\mu} r^{\nu} \varphi(b+c-\mu-\nu, \mu_2, \nu_2)$$
$$\times\ \varphi(a+b+c+1-\mu_1-\nu_1, \mu_1, \nu_1),$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs de μ_1, comprises entre o et $(b+c)$, de ν_1 entre o et $(b+c)$, de μ_2 de o à $(b+c-\mu_1-\nu_1)$, de ν_2 de o à $(b+c-\mu_1-\nu_1)$, pourvu que $\mu_1+\nu_1$ ne surpasse pas $b+c$ et que $\mu_2+\nu_2$ ne surpasse pas $(b+c-\mu_1-\nu_1)$. On voit que les limites entre lesquelles doivent varier ces nombres sont différentes des limites entre lesquelles doivent varier les nombres correspondants de l'expression P. Et, en effet, P_1 est en général différent de P, puisqu'il se peut que A fasse $(a+1)$ points sur $(a+b+c+1)$ coups et gagne ainsi dans le second cas, sans que pour cela il les fasse avant que B n'ait gagné $(b+1)$ fois ou C $(c+1)$ fois. On a donc en général $P_1 > P$. Si l'on a $b=o$, $c=o$, l'on aura $P=P_1$.

Si l'on cherche la probabilité P_2 que B fera au plus b points,

C, au plus, c points sur $(a + b + c + 1)$ coups, on trouvera une expression de même forme que P_1. Seulement la somme s'étend à toutes les valeurs de μ_1, de o à b, de ν_1, de o à c, de μ_2, de o à $(b + c - \mu_1 - \nu_1)$, de ν_2, de o à $(b + c - \mu_1 - \nu_1)$, pourvu que $(\mu_2 + \nu_2)$ ne surpasse pas $(b + c - \mu_1 - \nu_1)$. Les limites sont donc encore différentes de celles entre lesquelles doivent varier les nombres correspondants de l'expression de P. On a ici $P > P_2$, car il se peut que A fasse $a + 1$ points avant que B en fasse $(b+1)$, ou C $(c + 1)$, et cependant que B en fasse $(b + 1)$, ou C $(c + 1)$ sur $(a + b + c + 1)$. Cependant si $b = o$ $c = o$, on aura $P = P_2$.

La question suivante a la même solution que le problème des partis, ou plutôt c'est le problème des partis énoncé sous une forme à peine différente de celle qu'on lui donne ordinairement : Trouver la probabilité P, que A fera $a + 1$ points sur $(a + b + c + 1)$ coups avant que B en ait fait $(b + 1)$, ou C $(c + 1)$. La comparaison des formules (10) et (11) indique comment on doit modifier P_1, probabilité que A fera $(a + 1)$ points sur $(a + b + c + 1)$ coups, pour obtenir cette probabilité P.

FIN.

ÉTUDES

SUR LES

COORDONNÉES TÉTRAÉDRIQUES;

PAR

M. J. NEUBERG,

PROFESSEUR A L'ATHÉNÉE ROYAL DE BRUGES.

(Présentées à la séance de la classe des sciences, le 7 août 1869.)

PRÉFACE.

Nous nous sommes proposé, dans ce mémoire, de trouver directement sans le secours des coordonnées rectangulaires, les formules fondamentales relatives aux coordonnées tétraédriques. Quoique ces coordonnées soient appliquées depuis longtemps à un grand nombre de questions, il restait cependant encore à établir, d'une manière générale et complète, les formules qui se rapportent aux distances, aux angles, aux aires et aux volumes. M. *Salmon*, dans son excellent *Traité de géométrie analytique,* ne donne que l'expression de la distance de deux points et l'équation homogène de la sphère circonscrite au tétraèdre de référence; encore cette dernière y est-elle obtenue par une voie indirecte. Les formules métriques pour les coordonnées trilitères ont été développées par M. *Painvin*, dans ses *Principes de géométrie analytique ;* mais pour y arriver, cet auteur s'est servi des coordonnées cartésiennes. Nous sommes donc porté à croire que notre travail pourra offrir quelque intérêt, tant par la nouveauté de plusieurs des résul-

tats auxquels nous sommes parvenu que par les méthodes que nous avons employées.

Pour faciliter l'intelligence de ces Études, nous avons cru utile de les faire précéder de l'exposition des relations connues sur lesquelles nous nous appuyons; d'ailleurs les démonstrations que nous donnons de quelques-unes de ces relations diffèrent sensiblement de celles que nous avons eu l'occasion de rencontrer.

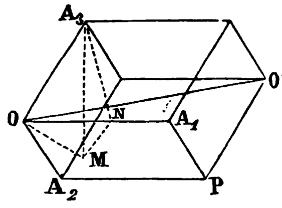
ÉTUDES

SUR LES

COORDONNÉES TÉTRAÉDRIQUES.

INTRODUCTION.

1. *Sinus de l'angle solide.* — Considérons un parallélipipède oblique quelconque OO′. Soient (x_1, x_2, x_3) les longueurs des arêtes OA_1, OA_2, OA_3, (ξ_1, ξ_2, ξ_3) les angles A_2OA_3, A_3OA_1, A_1OA_2, (X_1, X_2, X_3) les angles dièdres du trièdre $OA_1A_2A_3$, et (η_1, η_2, η_3) les inclinaisons de chacune des arêtes x_1, x_2, x_3 sur le plan des deux autres. L'aire de la base OA_1PA_2 est exprimée par $x_1 x_2 \sin \xi_3$ et la hauteur A_3M par $x_3 \sin \eta_3$; par conséquent, on a pour le volume V du parallélipipède



$$V = x_1 x_2 x_3 \sin \xi_3 \sin \eta_3.$$

On voit que ce volume est égal au produit des arêtes de l'angle solide O, multiplié par un facteur indépendant des longueurs des arêtes. Par analogie avec la formule de la surface du parallélo-

gramme en fonction de deux côtés et de l'angle compris, on a donné à ce facteur le nom de *sinus de l'angle solide* *. Nous pouvons donc écrire

$$V = x_1\, x_2\, x_3 \sin x_1\, x_2\, x_3\,,$$

$$(1)\ldots \sin x_1\, x_2\, x_3 = \sin \xi_1 \sin \eta_1 = \sin \xi_2 \sin \eta_2 = \sin \xi_3 \sin \eta_3.$$

Pour obtenir une autre expression de $\sin x_1\, x_2\, x_3$, projetons M en N sur OA_1; l'angle A_3 NM sera la mesure du dièdre X_1 et les triangles rectangles A_3MN, A_3NO donneront

$$A_3M = A_3N \sin X_1 = x_3 \sin \xi_2 \sin X_1.$$

On en conclut

$$(2)\ldots\ldots \begin{aligned} \sin x_1\, x_2\, x_3 &= \sin \xi_2 \sin \xi_3 \sin X_1 \\ &= \sin \xi_3 \sin \xi_1 \sin X_2 \\ &= \sin \xi_1 \sin \xi_2 \sin X_3. \end{aligned}$$

Pour exprimer $\sin x_1\, x_2\, x_3$ en fonction des trois angles ξ_1, ξ_2, ξ_3, considérons le triangle sphérique intercepté par le trièdre O sur une sphère décrite de O comme centre avec l'unité pour rayon. La formule fondamentale de la trigonométrie sphérique donne

$$\cos \xi_1 = \cos \xi_2 \cos \xi_3 + \sin \xi_2 \sin \xi_3 \cos X_1,$$

d'où

$$(a)\quad \cos X_1 = \frac{\cos \xi_1 - \cos \xi_2 \cos \xi_3}{\sin \xi_2 \sin \xi_3},$$

$$(b)\quad \sin^2 X_1 = 1 - \cos^2 X_1 = \frac{\sin^2 \xi_2 \sin^2 \xi_3 - (\cos \xi_1 - \cos \xi_2 \cos \xi_3)^2}{\sin^2 \xi_2 \sin^2 \xi_3}$$

$$= \frac{(1 - \cos^2 \xi_2)(1 - \cos^2 \xi_3) - (\cos \xi_1 - \cos \xi_2 \cos \xi_3)^2}{\sin^2 \xi_2 \sin^2 \xi_3}$$

$$= \frac{1 - \cos^2 \xi_1 - \cos^2 \xi_2 - \cos^2 \xi_3 + 2 \cos \xi_1 \cos \xi_2 \cos \xi_3}{\sin^2 \xi_2 \sin^2 \xi_3}.$$

On en conclut cette valeur importante du sinus de l'angle solide qui se présente souvent sous forme de racine carrée d'un déterminant :

$$(3)\ \sin x_1\, x_2\, x_3 = \sqrt{1 - \cos^2 \xi_1 - \cos^2 \xi_2 - \cos^2 \xi_3 + 2 \cos \xi_1 \cos \xi_2 \cos \xi_3}.$$

* Dénomination due à von Staudt. Voir *Journal de Crelle*, t. XXIV, p. 25.

En décomposant le numérateur de la fraction (*b*) en facteurs, on trouve, après quelques transformations faciles,

$$\sin^2 X_1 = \frac{4 \sin \frac{1}{2}\left(\xi_1+\xi_2+\xi_3\right) \sin \frac{1}{2}\left(-\xi_1+\xi_2+\xi_3\right) \sin \frac{1}{2}\left(\xi_1-\xi_2+\xi_3\right) \sin \frac{1}{2}\left(\xi_1+\xi_2-\xi_3\right)}{\sin^2 \xi_2 \sin^2 \xi_3}$$

d'où, en posant $\xi_1 + \xi_2 + \xi_3 = 2s$:

$$(4) \quad . \quad . \sin x_1 x_2 x_3 = 2\sqrt{\sin s \sin (s-\xi_1) \sin (s-\xi_2) \sin (s-\xi_3)}.$$

Les formules (1), (2), (4) offrent la plus grande analogie avec celles qui expriment le double de la surface du triangle rectiligne. Remarquons aussi que le sinus d'un angle solide peut être défini comme étant le volume du parallélipipède construit sur cet angle avec des arêtes égales à l'unité.

2. *Relation entre les angles de quatre directions.* — Étant données trois directions de droites considérées comme fixes, les trois angles qu'elles forment avec une quatrième direction variable sont nécessairement liées par une identité. Car, si l'on mène par un même point O les droites OA_1, OA_2, OA_3 parallèles aux directions fixes (voir la figure précédente), une quatrième droite quelconque OO′ est déterminée par deux des trois angles $O'OA_1$, $O'OA_2$, $O'OA_3$.

Pour trouver cette identité, prenons sur OO′ une longueur arbitraire $OO' = l$ et construisons sur l comme diagonale et sur l'angle solide $OA_1 A_2 A_3$ un parallélipipède. Soient x_1, x_2, x_3 les longueurs des arêtes. Si nous projetons la droite OO′ et la ligne brisée $OA_1 PO'$ sur OO′ et successivement sur chacun des axes OA_1, OA_2, OA_3, il nous vient

$$(c) \quad . \quad . \left\{ \begin{aligned} l &= x_1 \cos lx_1 + x_2 \cos lx_2 + x_3 \cos lx_3, \\ l \cos x_1 l &= x_1 + x_2 \cos x_1 x_2 + x_3 \cos x_1 x_3, \\ l \cos x_2 l &= x_1 \cos x_2 x_1 + x_2 + x_3 \cos x_2 x_3, \\ l \cos x_3 l &= x_1 \cos x_3 x_1 + x_2 \cos x_3 x_2 + x_3, \end{aligned} \right.$$

où lx_1, $x_1 x_2$, . . . désignent les angles que forment entre elles les

quatre directions. En éliminant entre ces équations les quantités auxiliaires l, x_1, x_2, x_3, nous aurons

$$(5)\ldots\quad \begin{vmatrix} 1 & \cos lx_1 & \cos lx_2 & \cos lx_3 \\ \cos x_1 l & 1 & \cos x_1 x_2 & \cos x_1 x_3 \\ \cos x_2 l & \cos x_2 x_1 & 1 & \cos x_2 x_3 \\ \cos x_3 l & \cos x_3 x_1 & \cos x_3 x_2 & 1 \end{vmatrix} = 0.$$

Développons ce déterminant suivant les produits des éléments de la première ligne par ceux de la première colonne. A cet effet, posons

$$K = \begin{vmatrix} 1 & \cos x_1 x_2 & \cos x_1 x_3 \\ \cos x_2 x_1 & 1 & \cos x_2 x_3 \\ \cos x_3 x_1 & \cos x_3 x_2 & 1 \end{vmatrix},$$

et désignons par K_{rs} (r et $s = 1, 2, 3$) les mineurs de K. Nous trouverons d'abord

$$\begin{aligned} K &= 1 - \cos^2 x_1 x_2 - \cos^2 x_2 x_3 - \cos^2 x_3 x_1 + 2 \cos x_1 x_2 . \cos x_2 x_3 . \cos x_3 x_1 \\ &= \sin^2 x_1 x_2 x_3, \\ K_{11} &= 1 - \cos^2 x_2 x_3 = \sin^2 x_2 x_3,\ K_{22} = \ldots, \\ K_{12} &= K_{21} = -\cos x_1 x_2 + \cos x_2 x_3 . \cos x_3 x_1, \ldots \end{aligned}$$

puis, d'après les formules (a) et (2),

$$\begin{aligned} K_{12} &= -\sin x_2 x_3 . \sin x_3 x_1 \cos X_3 \\ &= -\sin x_1 x_2 x_3 . \operatorname{cotg} X_3, \\ K_{23} &= K_{32} = \ldots \end{aligned}$$

L'équation (5) peut donc prendre la forme

$$(5')\ldots\quad K = \Sigma K_{11} \cos^2 lx_1 + 2\Sigma K_{12} \cos lx_1 . \cos lx_2,$$

ou

$$\sin^2 x_1 x_2 x_3 = \Sigma \sin^2 x_2 x_3 . \cos^2 lx_1 - 2 \sin x_1 x_2 x_3 \Sigma \operatorname{cotg} X_3 \cos lx_1 . \cos lx_2.$$

Il nous sera utile dans la suite de considérer le second membre de (5′) comme une fonction homogène du second degré à trois variables $\lambda_1 = \cos lx_1$, $\lambda_2 = \cos lx_2$, $\lambda_3 = \cos lx_3$, dont les coefficients sont K_{11}, K_{12}, ... Nous désignerons cette fonction par $\varphi(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ ou simplement par $\varphi(\lambda)$ et ses demi-dérivées par

$\varphi_1(\lambda)$, $\varphi_2(\lambda)$, $\varphi_3(\lambda)$, de manière que la relation (5′) peut s'écrire

$$K = \varphi(\lambda) = \Sigma \lambda_1 \varphi_1(\lambda).$$

3. *Expression d'une droite en fonction de ses projections sur trois axes.* — Un segment pris sur une droite quelconque peut s'exprimer en fonction de ses projections sur trois directions quelconques. Car menons par un même point O des parallèles OO', OA_1, OA_2, OA_3 à ces quatre directions, prenons OO' égal au segment donné l (voir la figure du § 1) et construisons le parallélipipède $OA_1\,A_2\,A_3\,O'$. Les arêtes de ce dernier sont égales aux projections obliques de l sur les directions données, chacune de ces projections se faisant parallèlement au plan des deux autres. On pourra écrire les équations (c) et en éliminant les angles lx_1, lx_2, lx_3, on aura

$$l^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + 2x_1x_2 \cos x_1x_2 + 2x_2x_3 \cos x_2x_3 + 2x_3x_1 \cos x_3x_1.$$

Soient ensuite p_1, p_2, p_3 les projections orthogonales de l sur les droites OA_1, OA_2, OA_3. Les angles lx_1, lx_2, lx_3 satisfont à la relation (5), et comme $p_1 = l \cos lx_1, \ldots$, on trouve

$$\begin{vmatrix} l^2 & p_1 & p_2 & p_3 \\ p_1 & 1 & \cos x_1x_2 & \cos x_1x_3 \\ p_2 & \cos x_2x_1 & 1 & \cos x_2x_3 \\ p_3 & \cos x_3x_1 & \cos x_3x_2 & 1 \end{vmatrix} = 0,$$

ou, d'après les notations indiquées ci-dessus,

$$l^2 = \frac{1}{K}\varphi(p_1, p_2, p_3).$$

4. *Volume d'un tétraèdre en fonction des arêtes.* — Soient V le volume d'un tétraèdre $OA_1\,A_2\,A_3$ (voir la 1re figure), x_1, x_2, x_3 les longueurs des arêtes OA_1, OA_2, OA_3 et y_1, y_2, y_3 celles des arêtes A_2A_3, $A_3\,A_1$, $A_1\,A_2$. Comme le tétraèdre est le sixième du parallélipipède OO' construit sur le même angle solide O, on a

$$36\,V^2 = x_1^2 x_2^2 x_3^2 \begin{vmatrix} 1 & \cos x_1x_2 & \cos x_1x_3 \\ \cos x_2x_1 & 1 & \cos x_2x_3 \\ \cos x_3x_1 & \cos x_3x_2 & 1 \end{vmatrix}$$

Mais les triangles OA_1A_2, OA_2A_3, OA_3A_1 donnent

$$\cos x_1x_2 = \frac{x_1^2 + x_2^2 - y_3^2}{2x_1x_2}, \quad \cos x_2x_3 = \ldots.$$

En substituant ces valeurs dans le déterminant précédent et en multipliant les colonnes et les lignes respectivement par x_1, x_2, x_3, on aura

$$36\mathrm{V}^2 = \begin{vmatrix} \frac{x_1^2+x_1^2}{2}, & \frac{x_1^2+x_2^2-y_3^2}{2}, & \frac{x_1^2+x_3^2-y_2^2}{2} \\ \frac{x_1^2+x_2^2-y_3^2}{2}, & \frac{x_2^2+x_2^2}{2}, & \frac{x_2^2+x_3^2-y_1^2}{2} \\ \frac{x_1^2+x_3^2-y_2^2}{2}, & \frac{x_2^2+x_3^2-y_1^2}{2}, & \frac{x_3^2+x_3^2}{2} \end{vmatrix}$$

et après quelques autres transformations faites * :

$$36\mathrm{V}^2 = -\begin{vmatrix} 0 & -\frac{1}{2}x_1^2 & -\frac{1}{2}x_2^2 & -\frac{1}{2}x_3^2 & 1 \\ -\frac{1}{2}x_1^2 & 0 & -\frac{1}{2}y_3^2 & -\frac{1}{2}y_2^2 & 1 \\ -\frac{1}{2}x_2^2 & -\frac{1}{2}y_3^2 & 0 & -\frac{1}{2}y_1^2 & 1 \\ -\frac{1}{2}x_3^2 & -\frac{1}{2}y_2^2 & -\frac{1}{2}y_1^2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}.$$

Cette formule prend une forme plus mnémonique avec la notation des doubles indices. En effet, soit $A_1A_2A_3A_4$ le tétraèdre; prenons pour les arêtes x_1, x_2, x_3 les trois droites A_1A_2, A_1A_3, A_1A_4 que nous désignons par d_{12}, d_{13}, d_{14}; les arêtes y_1, y_2, y_3 seront

* Pour transformer le déterminant précédent, on peut écrire en haut la ligne 0, 0, 0 et à gauche la colonne 1, $-\frac{1}{2}x_1^2$, $-\frac{1}{2}x_2^2$, $-\frac{1}{2}x_3^2$, puis ajouter celle-ci aux suivantes. Dans le nouveau déterminant ainsi obtenu, on écrit en haut la ligne 0, $-\frac{1}{2}x_1^2$, $-\frac{1}{2}x_2^2$, $-\frac{1}{2}x_3^2$ et à gauche la colonne 1, 0, 0, 0, 0, et l'on additionne la 1re ligne aux trois dernières. Enfin on transporte la ligne et la colonne qui renferment l'unité comme élément.

$A_3 A_4 = d_{34}$, $A_4 A_2 = d_{42}$, $A_2 A_3 = d_{23}$. Nous pourrons alors écrire

$$36 V^2 = -\begin{vmatrix} 0 & -\frac{1}{2}d_{12}^2 & -\frac{1}{2}d_{13}^2 & -\frac{1}{2}d_{14}^2 & 1 \\ -\frac{1}{2}d_{21}^2 & 0 & -\frac{1}{2}d_{23}^2 & -\frac{1}{2}d_{24}^2 & 1 \\ -\frac{1}{2}d_{31}^2 & -\frac{1}{2}d_{32}^2 & 0 & -\frac{1}{2}d_{34}^2 & 1 \\ -\frac{1}{2}d_{41}^2 & -\frac{1}{2}d_{42}^2 & -\frac{1}{2}d_{43}^2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}.$$

On peut encore supprimer partout le facteur $-\frac{1}{2}$ et le déterminant devient égal à 288 V^2.

5. — *Angle de deux directions.* — L'angle de deux directions l et m peut s'exprimer en fonction de ceux que ces directions font avec trois axes fixes OA_1, OA_2, OA_3. Car si nous projetons la droite OO' et la ligne brisée $OA_1 PO'$ (voir fig. 1) sur la direction m et sur chacun des axes, nous aurons

$$\begin{aligned} l \cos lm &= x_1 \cos mx_1 + x_2 \cos mx_2 + x_3 \cos mx_3, \\ l \cos lx_1 &= x_1 + x_2 \cos x_1 x_2 + x_3 \cos x_1 x_3, \\ l \cos lx_2 &= x_1 \cos x_2 x_1 + x_2 + x_3 \cos x_2 x_3, \\ l \cos lx_3 &= x_1 \cos x_3 x_1 + x_2 \cos x_3 x_2 + x_3, \end{aligned}$$

et en éliminant les quantités auxiliaires l, x_1, x_2, x_3

$$\begin{vmatrix} \cos lm & \cos mx_1 & \cos mx_2 & \cos mx_3 \\ \cos lx_1 & 1 & \cos x_1 x_2 & \cos x_1 x_3 \\ \cos lx_2 & \cos x_2 x_1 & 1 & \cos x_2 x_3 \\ \cos lx_3 & \cos x_3 x_1 & \cos x_3 x_2 & 1 \end{vmatrix} = 0,$$

ou

$$K \cos lm = \Sigma K_{11} \cos lx_1 . \cos mx_1 + \Sigma K_{12} (\cos lx_1 . \cos mx_2 + \cos lx_2 . \cos mx_1).$$

En désignant par $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \mu_1, \mu_2, \mu_3$ les cosinus des angles de l et m avec les axes, on peut écrire

$$\cos lm = \frac{1}{K} \Sigma \lambda_1 \varphi_2(\mu) = \frac{1}{K} \Sigma \mu_1 \varphi_2(\lambda).$$

Pour abréger, nous représenterons la quantité $\Sigma\lambda_1\varphi_1(\mu)$ par $\varphi(\lambda\mu)$ ou $\varphi(\mu\lambda)$; alors $\varphi(\lambda\lambda)$ est équivalent à $\varphi(\lambda)$ ou à K, mais désignera plus spécialement la forme $\Sigma\lambda_1\varphi_1(\lambda)$.

6. *Angle solide de trois directions.* — Soient $(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$, (μ_1, μ_2, μ_3), (ν_1, ν_2, ν_3) les cosinus des angles que forment les arêtes l, m, n d'un angle solide avec trois axes fixes x_1, x_2, x_3. D'après les §§ 1 et 2, on a

$$\sin^2 lmn = \begin{vmatrix} \cos ll & \cos lm & \cos ln \\ \cos ml & \cos mm & \cos mn \\ \cos nl & \cos nm & \cos nn \end{vmatrix}^{*}.$$

Mais $\cos ll = 1 = \frac{1}{K}\varphi(\lambda\lambda)$, $\cos lm = \frac{1}{K}\varphi(\lambda\mu)$, ...; par suite

$$\sin^2 lmn = \frac{1}{K^3}\begin{vmatrix} \varphi(\lambda\lambda) & \varphi(\lambda\mu) & \varphi(\lambda\nu) \\ \varphi(\mu\lambda) & \varphi(\mu\mu) & \varphi(\mu\nu) \\ \varphi(\nu\lambda) & \varphi(\nu\mu) & \varphi(\nu\nu) \end{vmatrix}.$$

Le déterminant à droite peut être considéré comme provenant de la multiplication des deux déterminants

$$\begin{vmatrix} \lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 \\ \mu_1 & \mu_2 & \mu_3 \\ \nu_1 & \nu_2 & \nu_3 \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} \varphi_1(\lambda) & \varphi_2(\lambda) & \varphi_3(\lambda) \\ \varphi_1(\mu) & \varphi_2(\mu) & \varphi_3(\mu) \\ \varphi_1(\nu) & \varphi_2(\nu) & \varphi_3(\nu) \end{vmatrix}.$$

A cause de

$$\varphi_1(\lambda) = K_{11}\lambda_1 + K_{12}\lambda_2 + K_{13}\lambda_3,$$
$$\varphi_2(\lambda) = K_{21}\lambda_1 + K_{22}\lambda_2 + K_{23}\lambda_3,$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

on a aussi

$$(d) \ldots \begin{vmatrix} \varphi_1(\lambda) & \varphi_2(\lambda) & \varphi_3(\lambda) \\ \varphi_1(\mu) & \varphi_2(\mu) & \varphi_3(\mu) \\ \varphi_1(\nu) & \varphi_2(\nu) & \varphi_3(\nu) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 \\ \mu_1 & \mu_2 & \mu_3 \\ \nu_1 & \nu_2 & \nu_3 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} \end{vmatrix}.$$
$$= K^2(\lambda_1\mu_3\nu_3).$$

Par conséquent

$$\sin^2 lmn = \frac{1}{K}(\lambda_1\mu_2\nu_3)^2 = \frac{(\lambda_1\mu_2\nu_3)^2}{\sin^2 x_1x_2x_3},$$

* Pour plus de symétrie, nous avons remplacé les éléments diagonaux par $\cos ll$, $\cos mn$, $\cos nn$, ce qui est aussi conforme aux notations employées, parce que $\cos ll = \cos 0^\circ = 1$.

ou en extrayant la racine carrée des deux membres

$$(6). \quad . \quad . \quad \sin lmn \times \sin x_1 x_2 x_3 = \begin{vmatrix} \cos lx_1 & \cos lx_2 & \cos lx_3 \\ \cos mx_1 & \cos mx_2 & \cos mx_3 \\ \cos nx_1 & \cos nx_2 & \cos nx_3 \end{vmatrix} \text{*}.$$

7. *Angles solides formés par quatre droites considérées trois à trois.* — Soient quatre droites (demi-droites) l, m, n, p passant par un même point et λ, μ, ν, π les cosinus des angles qu'elles forment avec trois axes x_1, x_2, x_3. Ces droites, prises trois à trois, forment quatre trièdres tels que l'un d'eux est la somme des trois autres, ou que la somme de deux d'entre eux est égale à la somme des deux autres, ou que la somme des quatre vaut huit trièdres trirectangles. Pour rendre générales les formules que nous allons développer, nous donnerons à ces quatre trièdres des signes : deux angles solides, tels que lmn, mnp, sont considérés comme étant de même signe ou de signes contraires, suivant que les rotations lmn et mnp sont de même sens ou de sens contraires, et ces mêmes signes sont attribués à leur sinus. D'après cela, $\sin lmn = \sin mnl = -\sin lnm$.

Désignons maintenant par ε_1, ε_2, ε_3, ε_4, quatre nombres égaux à l'unité positive ou à l'unité négative, et posons

$$S = \varepsilon_1 \sin mnp - \varepsilon_2 \sin npl + \varepsilon_3 \sin plm - \varepsilon_4 \sin lmn.$$

D'après l'égalité (6), nous pourrons écrire

$$S \sin x_1 x_2 x_3 = \begin{vmatrix} \varepsilon_1 & \lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 \\ \varepsilon_2 & \mu_1 & \mu_2 & \mu_3 \\ \varepsilon_3 & \nu_1 & \nu_2 & \nu_3 \\ \varepsilon_4 & \pi_1 & \pi_2 & \pi_3 \end{vmatrix},$$

et d'après l'égalité (d)

$$S \sin x_1 x_2 x_3 = -\frac{1}{K^3} \begin{vmatrix} \varepsilon_1 K & -\varphi_1(\lambda) & -\varphi_2(\lambda) & -\varphi_3(\lambda) \\ \varepsilon_2 K & -\varphi_1(\mu) & -\varphi_2(\mu) & -\varphi_3(\mu) \\ \varepsilon_3 K & -\varphi_1(\nu) & -\varphi_2(\nu) & -\varphi_3(\nu) \\ \varepsilon_4 K & -\varphi_1(\pi) & -\varphi_2(\pi) & -\varphi_3(\pi) \end{vmatrix}.$$

* Cette égalité, assez remarquable, a été établie pour la première fois, d'après une marche différente, par von Staudt. — Comparer *Théorie des déterminants par R. Baltzer, traduction Houël*, p. 146.

Multiplions ces relations membre à membre; les éléments du déterminant-produit seront

$$\varepsilon_1^2 \mathrm{K} - \varphi(\lambda\lambda) = 0,$$
$$\varepsilon_1 \varepsilon_2 \mathrm{K} - \varphi(\lambda\mu) = \mathrm{K}(\varepsilon_1 \varepsilon_2 - \cos lm),$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

Par conséquent, en supprimant les facteurs K et $\sin^2 x_1 x_2 x_3$ qui s'entre-détruisent, on a

$$\mathrm{S}^2 = -\begin{vmatrix} 0 & \varepsilon_2\varepsilon_1 - \cos ml & \varepsilon_3\varepsilon_1 - \cos nl & \varepsilon_4\varepsilon_1 - \cos pl \\ \varepsilon_1\varepsilon_2 - \cos lm & 0 & \varepsilon_3\varepsilon_2 - \cos nm & \varepsilon_4\varepsilon_2 - \cos pm \\ \varepsilon_1\varepsilon_3 - \cos ln & \varepsilon_2\varepsilon_3 - \cos mn & 0 & \varepsilon_4\varepsilon_3 - \cos pn \\ \varepsilon_1\varepsilon_4 - \cos lp & \varepsilon_2\varepsilon_4 - \cos mp & \varepsilon_3\varepsilon_4 - \cos np & 0 \end{vmatrix}.$$

Si l'on suppose $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \varepsilon_4 = 1$, on aura

$$(\sin lmn - \sin mnp + \sin npl - \sin plm)^2 =$$

$$(7)\quad \ldots -16\begin{vmatrix} 0 & \sin^2\frac{ml}{2} & \sin^2\frac{ln}{2} & \sin^2\frac{pl}{2} \\ \sin^2\frac{lm}{2} & 0 & \sin^2\frac{nm}{2} & \sin^2\frac{pm}{2} \\ \sin^2\frac{ln}{2} & \sin^2\frac{mn}{2} & 0 & \sin^2\frac{pn}{2} \\ \sin^2\frac{lp}{2} & \sin^2\frac{mp}{2} & \sin^2\frac{pn}{2} & 0 \end{vmatrix};$$

le dernier déterminant peut être décomposé en quatre facteurs dont l'un est

$$\sin\frac{lm}{2}\sin\frac{np}{2} + \sin\frac{ln}{2}\sin\frac{pm}{2} + \sin\frac{lp}{2}\sin\frac{mn}{2},$$

et dont on obtient les autres en changeant dans le premier facteur successivement le signe de chacun des trois termes.

Si l'on prend $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = -\varepsilon_4 = 1$, il faut changer les sinus qui se rapportent à p en cosinus, et dans le cas de $\varepsilon_1 = -\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = -\varepsilon_4$, il faut remplacer tous les sinus par des cosinus, à l'exception de $\sin\frac{ln}{2}$ et $\sin\frac{mp}{2}$*.

* Le cas de $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \varepsilon_4$ a été établi pour la première fois par Joachimsthal, *Journal de Crelle*, t. XL, p. 23. Cet auteur en a déduit, comme nous le montrons au § 8, l'expression du rayon de la sphère circonscrite à un tétraèdre.

8. ***Rayon de la sphère circonscrite à un tétraèdre.*** — Supposons que, dans les développements précédents, les droites l, m, n, p soient celles qui joignent les sommets d'un tétraèdre $A_1 A_2 A_3 A_4$ au centre de la sphère circonscrite. Représentons par R le rayon de cette sphère, et par V le volume du tétraèdre; nous aurons

$$V = \frac{1}{6} R^3 (\sin lmn - \sin mnp + \sin npl - \sin plm).$$

La valeur de la parenthèse est fournie par l'égalité (7), et comme

$$\sin \frac{lm}{2} = \frac{d_{12}}{2R}, \quad \sin \frac{ln}{2} = \frac{d_{13}}{2R}, \ldots,$$

on aura, après quelques transformations faciles,

$$576\, V^2 R^2 = - \begin{vmatrix} 0 & d_{12}^2 & d_{13}^2 & d_{14}^2 \\ d_{21}^2 & 0 & d_{23}^2 & d_{24}^2 \\ d_{31}^2 & d_{32}^2 & 0 & d_{34}^2 \\ d_{41}^2 & d_{42}^2 & d_{43}^2 & 0 \end{vmatrix}.$$

Définition des coordonnées tétraédriques.

Nous rapporterons tous les points de l'espace à un tétraèdre fixe $A_1 A_2 A_3 A_4$, que nous appellerons *tétraèdre fondamental* ou *tétraèdre de référence*. Les éléments de ce tétraèdre seront désignés comme il suit :

d_{rs}, longueur de l'arête $A_r A_s$;

a_r, aire de la face opposée à A_r;

h_r, hauteur abaissée de A_r sur a_r;

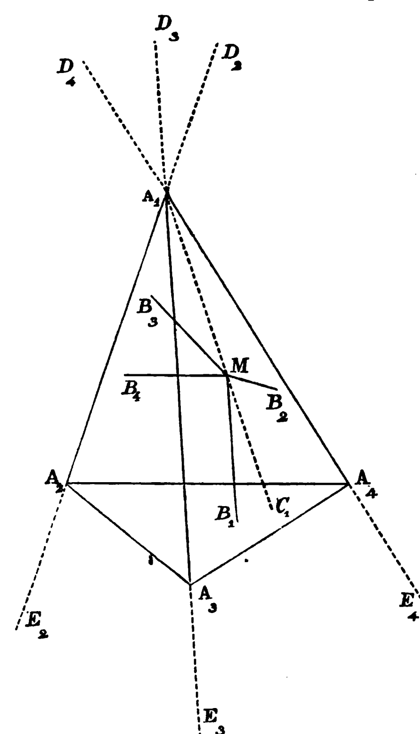
V, volume du tétraèdre;

R, rayon de la sphère circonscrite et O son centre;

r, rayon de la sphère inscrite et I son centre.



9. *Coordonnées-distances.* — La position d'un point variable M est déterminée, quand on connaît les distances orthogonales $MB_1 = \delta_1$, $MB_2 = \delta_2$, $MB_3 = \delta_3$, $MB_4 = \delta_4$, de ce point aux quatre faces du tétraèdre de référence, ces distances étant positives ou négatives, suivant que M se trouve d'un côté de la face correspondante ou de l'autre. *Trois* de ces distances suffisent déjà pour déterminer le point M; mais il est avantageux, dans un grand nombre de questions, d'introduire dans les calculs simultanément les quatre distances.



Les quantités $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$, constituent un premier système de *coordonnées tétraédriques*, auquel nous donnerons le nom de *coordonnées-distances*.

Quant aux signes de ces coordonnées, il est d'usage de regarder la distance δ_r comme positive, si elle est du même côté de a_r que le sommet A_r et comme négative dans le cas contraire. D'après cela, un point situé à l'intérieur du tétraèdre de référence a les quatre coordonnées positives; un point situé dans le trièdre $A_1 D_2 D_3 D_4$ a la coordonnée δ_1 positive et les autres négatives, et, pour un point de l'espace $A_2 A_3 A_4 E_2 E_3 E_4$, la distance δ_1 est négative, et les trois autres sont positives. On peut remarquer qu'il n'y a pas de points dont deux coordonnées soient positives, et les deux autres négatives.

Un point du plan $A_2\,A_3\,A_4$ est caractérisé par $\delta_1 = o$, et un point de l'arête $A_1\,A_2$ par $\delta_3 = o$, $\delta_4 = o$; le sommet A_1 a pour coordonnées $\delta_1 = h_1$, $\delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = o$. Pour tous les points d'une même droite passant par un sommet de référence, telle que $A_1\,M$, les trois coordonnées δ_2, δ_3, δ_4 conservent entre elles des rapports constants, de manière que, si les coordonnées d'un point M sont $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$, celles d'un autre point N de la droite $A_1\,M$ sont de la forme δ_1', $\rho\delta_2$, $\rho\delta_3$, $\rho\delta_4$, où ρ est égal au rapport $A_1\,N : A_1\,M$. Pour tous les points situés dans un même plan passant par l'arête $A_1\,A_2$, le rapport des coordonnées δ_3 et δ_4 est invariable.

Quelle que soit la position du point variable M, ses coordonnées vérifient l'identité

$$(1) \quad \ldots\ldots \quad a_1\,\delta_1 + a_2\,\delta_2 + a_3\,\delta_3 + a_4\,\delta_4 = 3\,V,$$

qui exprime que le tétraèdre de référence est égal à la somme algébrique des quatre tétraèdres $MA_2\,A_3\,A_4$, $MA_3\,A_4\,A_1$, $MA_4\,A_1\,A_2$ et $MA_1\,A_2A_3$. En remplaçant a_r par $\frac{3V}{h_r}$, on peut aussi écrire

$$\frac{\delta_1}{h_1} + \frac{\delta_2}{h_2} + \frac{\delta_3}{h_3} + \frac{\delta_4}{h_4} = 1.$$

Nous donnerons à cette identité le nom d'*identité fondamentale*, parce qu'elle intervient constamment dans les calculs. Elle sert souvent à rendre homogènes les équations algébriques qui ne le seraient pas relativement aux coordonnées courantes : il suffit de multiplier les termes d'un degré trop faible par une puissance convenable de $\Sigma\,\frac{\delta_1}{h_1}\cdot$

10. *Coordonnées générales.* — On appelle en général *coordonnées tétraédriques* les produits de δ_1, δ_2, δ_3, δ_4 par des constantes positives ou négatives, mais différentes de zéro. Ces constantes portent le nom de *paramètres de référence;* si nous les désignons par m_1, m_2, m_3, m_4, les quantités

$$\mu_1 = m_1\,\delta_1,\ \mu_2 = m_2\,\delta_2,\ \mu_3 = m_3\,\delta_3,\ \mu_4 = m_4\,\delta_4$$

constituent un système de coordonnées tétraédriques. Elles vérifient l'identité

$$\frac{\mu_1}{m_1 h_1} + \frac{\mu_2}{m_2 h_2} + \frac{\mu_3}{m_3 h_3} + \frac{\mu_4}{m_4 h_4} = 1.$$

Les coordonnées cartésiennes prises par rapport aux axes A_4A_1, A_4A_2, A_4A_3, peuvent être considérées comme des coordonnées tétraédriques dont les paramètres de référence m_1, m_2, m_3 sont égaux aux inverses des sinus des inclinaisons des axes A_4A_1, A_4A_2, A_4A_3 sur les faces a_1, a_2, a_3; le 4ᵉ paramètre m_4 est arbitraire.

On peut prendre pour coordonnées tétraédriques les volumes v_1, v_2, v_3, v_4 des tétraèdres $MA_2A_3A_4$, $MA_3A_4A_1$, $MA_4A_1A_2$ et $MA_1A_2A_3$, en observant pour ces volumes la règle des signes établie pour les δ. Ces *coordonnées-volumes* correspondent aux paramètres de référence $m_r = \frac{1}{3} a_r$, et sont liées par l'identité

$$v_1 + v_2 + v_3 + v_4 = V.$$

11. — *Coordonnées barycentriques.* — La plupart des formules tétraédriques deviennent plus simples et plus mnémoniques, si l'on détermine un point par les rapports

$$\frac{v_1}{V}, \frac{v_2}{V}, \frac{v_3}{V}, \frac{v_4}{V}, \quad \text{ou} \quad \frac{\delta_1}{h_1}, \frac{\delta_2}{h_2}, \frac{\delta_3}{h_3}, \frac{\delta_4}{h_4}.$$

Ce sont ces coordonnées que nous adopterons, et que nous désignerons par les lettres x_1, x_2, x_3, x_4. Elles portent, d'après *Moebius* et *Feuerbach,* le nom de *coordonnées barycentriques* ou de *rapports coordonnés*; l'identité fondamentale correspondante est

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1.$$

Les sommets du tétraèdre fondamental ont pour coordonnées dans ce système : $A_1\,(1, 0, 0, 0)$, $A_2\,(0, 1, 0, 0)$, $A_3\,(0, 0, 1, 0)$, et $A_4\,(0, 0, 0, 1)$. Les rapports coordonnés du centre de gravité sont

$$x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = \frac{1}{4}$$

et ceux de la sphère inscrite

$$x_r = \frac{a_r}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}.$$

Soient C_1, C_2, C_3, C_4 les points où les droites A_1M, A_2M, A_3M, A_4M rencontrent les faces du tétraèdre de référence; les coordonnées barycentriques du point M sont encore égales aux quotients

$$\frac{MC_1}{A_1C_1}, \frac{MC_2}{A_2C_2}, \frac{MC_3}{A_3C_3}, \frac{MC_4}{A_4C_4}.$$

12. *Construction d'un point d'après ses coordonnées barycentriques.* — Un point M dont on connaît les rapports coordonnés x_1, x_2, x_3, x_4, peut d'abord se construire par l'intersection de trois plans parallèles à trois faces de référence; car, si l'on divise, par exemple, l'arête A_2A_1 en deux parties proportionnelles à x_1 et $1 - x_1$, le plan mené par le point de division parallèlement à la face $A_2A_3A_4$ devra contenir le point M.

D'autres constructions résultent des considérations suivantes. Soit N le point où le plan A_1MA_4 rencontre l'arête A_2A_3. Les coordonnées x_2 et x_3 sont proportionnelles aux volumes $MA_1A_4A_3$ et $MA_1A_4A_2$, lesquels sont entre eux comme les perpendiculaires abaissées de A_3 et de A_2 sur le plan MA_1A_4 ou comme les segments A_3N et A_2N. On en conclut que le plan mené par une arête du tétraèdre fondamental et par le point M, divise l'arête opposée en deux parties proportionnelles aux inverses des coordonnées de même indice que les extrémités de cette arête. D'après cela, le point M est le *centre des distances proportionnelles* du tétraèdre, si l'on attribue aux sommets les coefficients x_1, x_2, x_3, x_4. Nous en déduirons les remarques suivantes :

a. Pour construire le point M, on peut diviser trois arêtes partant d'un même sommet telles que A_1A_2, A_1A_3, A_1A_4, en deux segments respectivement proportionnels à

$$\frac{1}{x_1} \text{ et } \frac{1}{x_2}, \quad \frac{1}{x_1} \text{ et } \frac{1}{x_3}, \quad \frac{1}{x_1} \text{ et } \frac{1}{x_4},$$

ces segments étant additifs ou soustractifs, suivant que les coor-



données correspondantes sont de même signe ou non; les plans qui passent respectivement par les points de division et par les arêtes opposées déterminent par leur intersection le point M.

b. On peut aussi chercher d'abord le point C_1 par l'intersection des droites qui joignent A_3 et A_4 aux points qui divisent $A_2 A_4$ et $A_2 A_3$ dans les rapports

$$\frac{1}{x_2} : \frac{1}{x_4} \text{ et } \frac{1}{x_2} : \frac{1}{x_3};$$

le point M doit ensuite partager la droite $A_1 C_1$ en parties proportionnelles à $1 - x_1$ et x_1 ou à $x_2 + x_3 + x_4$ et x_1.

c. Les coordonnées solides du point C_1 sont aussi égales à ses coordonnées barycentriques planes par rapport au triangle de référence $A_2 A_3 A_4$ *; elles valent

$$\frac{x_2}{x_2 + x_3 + x_4}, \quad \frac{x_3}{x_2 + x_3 + x_4}, \quad \frac{x_4}{x_2 + x_3 + x_4}$$

ou

$$\frac{x_2}{1 - x_1}, \quad \frac{x_3}{1 - x_1}, \quad \frac{x_4}{1 - x_1},$$

si x_1, x_2, x_3, x_4 sont les coordonnées d'un point quelconque de la droite $A_1 C_1$.

13. *Signification des équations.* — Une surface peut être représentée par une équation entre les coordonnées de chacun de ses points, équation qui est la traduction analytique de la loi de génération de la surface.

Une ligne est représentée par l'ensemble des équations de deux quelconques des surfaces passant par cette ligne.

L'équation du 1er degré $p_1 x_1 + p_2 x_2 = o$ représente un plan qui passe par l'arête $A_3 A_4$, et divise $A_1 A_2$ dans le rapport $p_1 : p_2$. Une équation algébrique homogène du degré *m*, des deux variables x_1 et x_2, représente *m* plans passant par l'arête $A_3 A_4$; car elle

* Les coordonnées barycentriques planes de C_1 sont les rapports des surfaces des triangles $C_1 A_3 A_4$, $C_1 A_4 A_2$, $C_1 A_2 A_3$ à celle du triangle $A_2 A_3 A_4$. La propriété *c* n'a pas lieu pour les coordonnées-distances.

peut se décomposer en m équations de la forme $p_1 x_1 + p_2 x_2 = o$.

Une équation homogène à trois variables $f(x_1, x_2, x_3) = o$, représente un cône ayant pour sommet A_4. Car, si l'on construit dans le plan $A_1 A_2 A_3$ la courbe qui est représentée en coordonnées planes par $f(x_1, x_2, x_3) = o$, les coordonnées d'un point quelconque de la droite qui joint A_4 à un point quelconque P de cette courbe vérifient cette équation, comme étant proportionnelles aux coordonnées de P. Comme cas particulier, l'équation $p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 = o$ représente un plan passant par A_4, et coupant la face $A_1 A_2 A_3$ suivant la droite, qui a la même équation en coordonnées planes.

La surface représentée par l'équation homogène

$$f(x_1 x_2 x_3 x_4) = o$$

peut se construire à l'aide des intersections d'un système de cônes par un système correspondant de plans. En effet, cette surface contient la courbe représentée par les équations

$$x_4 = \beta x_1, \quad f(x_1, x_2, x_3, \beta x_1) = o$$

qui sont celles d'un plan passant par $A_2 A_3$, et d'un cône ayant son sommet en A_4; en faisant varier β, on obtient une suite continue de courbes situées sur la surface. Cette surface peut aussi se construire au moyen des courbes

$$x_4 = \alpha (x_1 + x_2 + x_3 + x_4),$$

$$f\left(x_1, x_2, x_3, \frac{\alpha (x_1 + x_2 + x_3)}{1 - \alpha}\right) = o,$$

qui résultent de l'intersection de plans parallèles à la face $A_1 A_2 A_3$ par des cônes ayant leur sommet en A_4.

Soit une courbe représentée par les équations homogènes $f(x_1, x_2, x_3, x_4) = o$, $F(x_1, x_2, x_3, x_4) = o$. En éliminant entre ces équations d'abord x_4, ensuite x_1, on obtient deux autres équations homogènes $\varphi(x_1, x_2, x_3,) = o$, $\psi(x_2, x_3, x_4) = o$, et la courbe peut se construire par l'intersection des deux cônes $\varphi = o$, $\psi = o$, qui ont leurs sommets en A_4 et en A_1.

Distance de deux points.

14. *Formule de la distance de deux points.* — Soit l la distance de deux points X, Y, dont les coordonnées barycentriques sont x_r, y_r, et les coordonnées-distances δ_r, δ'_r. En désignant par η_r la projection orthogonale de l sur h_r, on a

$$\eta_r = \delta_r - \delta'_r = h_r(x_r - y_r).$$

Nous avons vu ci-dessus (§ 3) une première expression de l en fonction de trois des projections η_r; on a, par exemple,

$$\begin{aligned} l^2 K &= \Sigma K_{11} \eta_1^2 + 2\Sigma K_{12} \eta_1 \eta_2 \\ &= \Sigma K_{11} h_1^2 (x_1 - y_1)^2 + 2\Sigma K_{12} h_1 h_2 (x_1 - y_1)(x_2 - y_2), \end{aligned}$$

en désignant par K le déterminant

$$\begin{vmatrix} 1 & \cos h_1 h_2 & \cos h_1 h_3 \\ \cos h_2 h_1 & 1 & \cos h_2 h_1 \\ \cos h_3 h_1 & \cos h_3 h_2 & 1 \end{vmatrix},$$

qui est le carré du sinus de l'angle solide polaire du trièdre A_4.

On peut obtenir une expression plus avantageuse de l^2, qui ne renferme que les six produits des quatre différences $x_r - y_r$, deux à deux. En effet, des identités $\Sigma x_1 = \Sigma y = 1$, on déduit $\Sigma(x_1 - y_1) = o$, et, en multipliant cette égalité successivement par chacune des différences $x_r - y_r$, on trouve

$$\begin{aligned} (x_1 - y_1)^2 &= -(x_1 - y_1)(x_2 - y_2) - (x_1 - y_1)(x_3 - y_3) - (x_1 - y_1)(x_4 - y_4), \\ (x_2 - y_2)^2 &= -(x_2 - y_2)(x_1 - y_1) - (x_2 - y_2)(x_3 - y_3) - (x_2 - y_2)(x_4 - y_4), \end{aligned}$$

. . . .

On peut donc concevoir éliminés de la valeur de l^2, donnée ci-dessus, les carrés des différences $x_r - y_r$, ce qui conduit à une expression de la forme

$$l^2 = \Sigma C_{rs}(x_r - y_r)(x_s - y_s),$$

dans laquelle

$$C_{11} = C_{22} = C_{33} = C_{44} = 0.$$

Les valeurs des coefficients C_{rs} peuvent être déterminées par une

méthode qui est en quelque sorte expérimentale, et dont nous nous servirons encore quelquefois dans la suite. En effet, en faisant coïncider X avec $A_1(1, o, o, o)$ et Y avec $A_2(o, 1, o, o)$, le premier membre de la formule précédente devient d_{12}^2, et le second se réduit à $-C_{12}$; d'où $C_{12} = -d_{12}^2$. On trouverait pareillement $C_{13} = -d_{13}^2, \ldots$; donc

$$l^2 = -\Sigma d_{12}^2 (x_1 - y_1)(x_2 - y_2).$$

15. *Définition de la fonction* φ. *Notations.* — La formule précédente nous conduit à une fonction fondamentale du second degré et à quatre variables. Nous la désignerons toujours par φ et nous écrirons

$$\begin{aligned} \varphi(x) = \varphi_{11} x_1^2 &+ 2\varphi_{12} x_1 x_2 + 2\varphi_{13} x_1 x_3 + 2\varphi_{14} x_1 x_4 \\ &+ \varphi_{22} x_2^2 + 2\varphi_{23} x_2 x_3 + 2\varphi_{24} x_2 x_4 \\ &+ \varphi_{33} x_3^2 + 2\varphi_{34} x_3 x_4 + \varphi_{44} x_4^2, \end{aligned}$$

les coefficients φ_{rs} ayant les valeurs

$$\varphi_{11} = \varphi_{22} = \varphi_{33} = \varphi_{44} = o, \quad \varphi_{rs} = -\frac{1}{2} d_{rs}^2.$$

Soient $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ les demi-dérivées de φ; nous aurons

(1) . . . $\varphi(x) = x_1 \varphi_1(x) + x_2 \varphi_2(x) + x_3 \varphi_3(x) + x_4 \varphi_4(x),$

(2) . . . $\varphi_r(x) = x_1 \varphi_{r1} + x_2 \varphi_{r2} + x_3 \varphi_{r3} + x_4 \varphi_{r4},$

$\overline{XY}^2 = \varphi(x - y) = \varphi(x) + \varphi(y) - 2\Sigma x_1 \varphi_1(y).$

Au lieu de $\Sigma x_1 \varphi_1(y)$, nous écrirons ordinairement $\varphi(xy)$ et la notation $\varphi(xx)$ sera équivalente à $\varphi(x)$.

Comme le déterminant des coefficients φ_{rs}, ses mineurs, et d'autres déterminants qui s'en déduisent, reviendront fréquemment dans la suite, nous allons indiquer les notations abréviatives dont nous nous servirons. Nous posons

$$\begin{vmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \varphi_{13} & \varphi_{14} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \varphi_{23} & \varphi_{24} \\ \varphi_{31} & \varphi_{32} & \varphi_{33} & \varphi_{34} \\ \varphi_{41} & \varphi_{42} & \varphi_{43} & \varphi_{44} \end{vmatrix} = \Delta,$$

et nous désignons les mineurs de Δ par Δ_{rs}; en développant, on trouve

$$\Delta_{11} = -\frac{1}{4} d_{23}^2 d_{34}^2 d_{42}^2,$$

$$\Delta_{12} = \frac{1}{8} d_{34}^2 (-d_{12}^2 d_{34}^2 + d_{13}^2 d_{24}^2 + d_{14}^2 d_{23}^2),$$

. . . .

$$\Delta = -S(S - d_{12} d_{34})(S - d_{13} d_{24})(S - d_{14} d_{23}),$$

où

$$2S = d_{12} d_{34} + d_{13} d_{24} + d_{14} d_{23}.$$

Nous représenterons par Δ' le déterminant formé avec les éléments Δ_{rs}, et par Δ'_{rs} les mineurs de Δ'; on sait que $\Delta' = \Delta^3$, $\Delta'_{rs} = \Delta^2 \varphi_{rs}$.

Le déterminant Δ *triplement bordé*

$$\begin{vmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \varphi_{13} & \varphi_{14} & k_1 & l_1 & m_1 \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \varphi_{23} & \varphi_{24} & k_2 & l_2 & m_2 \\ \varphi_{31} & \varphi_{32} & \varphi_{33} & \varphi_{34} & k_3 & l_3 & m_3 \\ \varphi_{41} & \varphi_{42} & \varphi_{43} & \varphi_{44} & k_4 & l_4 & m_4 \\ k'_1 & k'_2 & k'_3 & k'_4 & 0 & 0 & 0 \\ l'_1 & l'_2 & l'_3 & l'_4 & 0 & 0 & 0 \\ m'_1 & m'_2 & m'_3 & m'_4 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

peut être désigné $\left(\Delta \begin{smallmatrix} k\,l\,m \\ k'l'm' \end{smallmatrix}\right)$ et ceux qui en résultent par la suppression de la dernière ligne et de la dernière colonne ou des deux dernières lignes et des deux dernières colonnes par $\left(\Delta \begin{smallmatrix} k\,l \\ k'l' \end{smallmatrix}\right)$ et par $\left(\Delta \begin{smallmatrix} k \\ k' \end{smallmatrix}\right)$. Le déterminant Δ' peut pareillement être bordé et alors être représenté par

$$\left(\Delta' \begin{smallmatrix} k \\ k' \end{smallmatrix}\right), \quad \left(\Delta' \begin{smallmatrix} k\,l \\ k'l' \end{smallmatrix}\right), \quad \left(\Delta' \begin{smallmatrix} k\,l\,m \\ k'l'm' \end{smallmatrix}\right).$$

Nous aurons souvent à considérer les demi-dérivées φ_r comme variables principales ou comme données, et à exprimer alors les x_r et φ en fonction des φ_r. En faisant dans les équations (2) $r = 1, 2, 3, 4$ et en les résolvant par rapport à x, on trouve

$$x_r = \frac{\Delta_{r1}\varphi_1 + \Delta_{r2}\varphi_2 + \Delta_{r3}\varphi_3 + \Delta_{r4}\varphi_4}{\Delta},$$

et, en substituant ces valeurs dans l'équation (1),

$$\varphi(x) = \frac{\Sigma \Delta_{11} \varphi_1^2 + 2\Sigma \Delta_{12} \varphi_1 \varphi_2}{\Delta};$$

par conséquent $\Delta\varphi$ est une fonction homogène du second degré en φ_1, φ_2, φ_3, φ_4, dont les coefficients sont Δ_{rs}. Cette fonction a été appelée par Gauss *fonction adjointe de* φ. Les Δx_r sont égaux aux demi-dérivées de cette fonction.

Si l'on élimine linéairement les x entre les équations (1) et (2) $[r = 1, 2, 3, 4]$, on obtient la résultante

$$\begin{vmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \varphi_{13} & \varphi_{14} & \varphi_1 \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \varphi_{23} & \varphi_{24} & \varphi_2 \\ \varphi_{31} & \varphi_{32} & \varphi_{33} & \varphi_{34} & \varphi_3 \\ \varphi_{41} & \varphi_{42} & \varphi_{43} & \varphi_{44} & \varphi_4 \\ \varphi_1 & \varphi_2 & \varphi_3 & \varphi_4 & \varphi \end{vmatrix} = o,$$

d'où l'on conclut

$$\varphi(x) = -\frac{\left(\Delta \begin{matrix}\varphi' \\ \varphi'\end{matrix}\right)}{\Delta},$$

φ' désignant d'une manière générale les demi-dérivées φ_r. On peut aussi constater très-facilement l'égalité

$$\varphi(xy) = -\frac{\left(\Delta \begin{matrix}\varphi'(x) \\ \varphi'(y)\end{matrix}\right)}{\Delta}.$$

Comme les Δx_r sont égaux aux demi-dérivées de la fonction adjointe, on aura, en opérant sur celle-ci comme on a opéré sur la fonction primitive :

$$\varphi(x) = -\frac{\left(\Delta' \begin{matrix}x \\ x\end{matrix}\right)}{\Delta^2},$$

égalité qu'on peut aussi vérifier directement. On peut de même constater que

$$\varphi(xy) = -\frac{\left(\Delta' \begin{matrix}x \\ y\end{matrix}\right)}{\Delta^2}.$$

En développant le déterminant $\left(\Delta \begin{matrix}k\,l\,m \\ k'l'm'\end{matrix}\right)$ suivant les produits des déterminants formés avec les éléments des trois dernières lignes, par ceux qui dérivent des trois dernières colonnes, et en

désignant ces déterminants du 3me degré par (u_1, u_2, u_3, u_4), (u'_1, u'_2, u'_3, u'_4), on trouve

$$\left(\Delta \begin{matrix} k\,l\,m \\ k'l'm' \end{matrix}\right) = \varphi(uu'),$$

$$\left(\Delta \begin{matrix} k\,l\,m \\ k\,l\,m \end{matrix}\right) = \varphi(u),$$

relations qui nous seront utiles dans la suite.

Les propriétés des mineurs des déterminants réciproques conduisent à l'égalité suivante, dont nous nous servirons souvent :

$$\Delta'\left(\Delta' \begin{matrix} kl \\ kl \end{matrix}\right) = \left(\Delta' \begin{matrix} k \\ k \end{matrix}\right)\left(\Delta' \begin{matrix} l \\ l \end{matrix}\right) - \left(\Delta' \begin{matrix} k \\ l \end{matrix}\right)^2$$
$$= \Delta^4[\varphi(kk)\,\varphi(ll) - \varphi^2(lk)],$$

ou

$$\varphi(kk)\,\varphi(ll) - \varphi^2(lk) = \frac{\left(\Delta' \begin{matrix} k\,l \\ k\,l \end{matrix}\right)}{\Delta}.$$

Pour abréger, nous représenterons aussi le déterminant $\left(\Delta \begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix}\right)$, qui est égal à $-36V^2$ (§ 4), par une lettre particulière, par E. Les mineurs de E qui correspondent aux éléments φ_{rs}, seront désignés par E_{rs}, et ceux qui correspondent aux éléments de la dernière colonne par E_1, E_2, E_3, E_4. La signification géométrique de ces mineurs sera donnée plus loin.

16. *Distances d'un point aux sommets de référence.* — Soient l_1, l_2, l_3, l_4 les distances d'un point quelconque X aux sommets de référence. Pour avoir l_1, il faut faire, dans la formule

$$\overline{XY}^2 = \varphi(x - y) = \varphi(x) + \varphi(y) - 2\varphi(xy),$$

$y_1 = 1$, $y_2 = y_3 = y_4 = o$; alors $\varphi(y) = o$ et $\Sigma y_1\, \varphi_1(x) = \varphi_1(x)$. On a donc

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} l_1^2 &= \varphi(x) - 2\varphi_1(x), \\ l_2^2 &= \varphi(x) - 2\varphi_2(x), \\ l_3^2 &= \varphi(x) - 2\varphi_3(x), \\ l_4^2 &= \varphi(x) - 2\varphi_4(x). \end{aligned} \right.$$

En multipliant ces égalités respectivement par x_1, x_2, x_3, x_4 et en les ajoutant, on obtient

$$(2) \quad \Sigma x_1\, l_1^2 = -\varphi(x),$$

à cause de $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1$.

Applications. — *a*. Si l'on fait $x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = \frac{1}{4}$, ces formules donnent pour les distances du centre de gravité d'un tétraèdre aux sommets :

$$l_1^2 = -\frac{1}{16}\Sigma d_{12}^2 + \frac{1}{4}\left(d_{12}^2 + d_{13}^2 + d_{14}^2\right)$$
$$= \frac{3}{16}\left(d_{12}^2 + d_{13}^2 + d_{14}^2\right) - \frac{1}{16}\left(d_{23}^2 + d_{34}^2 + d_{42}^2\right),$$

. . . .

$$\Sigma l_1^2 = \frac{1}{4}\Sigma d_{12}^2.$$

b. En remplaçant x_r par $\frac{a_r}{\Sigma a_1}$ on trouve

$$\text{IA}_1^2 = \frac{(a_2 d_{12}^2 + a_3 d_{13}^2 + a_4 d_{14}^2)(a_2 + a_3 + a_4) - (a_2 a_3 d_{23}^2 + a_3 a_4 d_{34}^2 + a_4 a_2 d_{42}^2)}{\Sigma^2 a_1}$$

. . . .

$$\Sigma a_1.\text{IA}_1^2 = \frac{\Sigma a_1 a_2 d_{12}^2}{\Sigma a_1}.$$

c. La formule (2) est assez remarquable ; en coordonnées-volumes, elle donne

$$\Sigma v_1 l_1^2 = \frac{1}{V}\Sigma v_1 v_2 d_{12}^2.$$

On en peut déduire que le point pour lequel $\Sigma v_1 l_1^2$ est un maximum, est le centre de la sphère circonscrite. Car ce maximum exige que l'on ait simultanément :

$$\varphi_1 dx_1 + \varphi_2 dx_2 + \varphi_3 dx_3 + \varphi_4 dx_4 = o, dx_1 + dx_2 + dx_3 + dx_4 = o,$$

à cause de

$$\Sigma x_1 l_1^2 = -\varphi(x),\ \Sigma x_1 = 1.$$

La méthode des multiplicateurs indéterminés donne ensuite

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi_4, \text{ d'où } l_1^2 = l_2^2 = l_3^2 = l_4^2.$$

17. *Sphère circonscrite au tétraèdre fondamental.* — Soient $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$ les coordonnées du centre O. En faisant

$$l_1 = l_2 = l_3 = l_4 = R,$$

les équations (1) et (2) du § précédent donnent

$$R^2 = \varphi(\omega) - 2\varphi_r(\omega),$$
$$\Sigma\omega_1 R^2 = R^2 \quad = -\varphi(\omega),$$

d'où

$$\varphi_1(\omega) = \varphi_2(\omega) = \varphi_3(\omega) = \varphi_4(\omega) = \varphi(\omega) = -R^2.$$

Mais on a (§ 15)

$$\Delta\,\varphi(\omega) = -\left(\Delta\,\frac{\varphi'}{\varphi'}\right);$$

d'où, en remplaçant φ et φ' par $-R^2$,

$$-\Delta R^2 = -R^4\left(\Delta\,\frac{1}{1}\right)$$

c'est-à-dire,

$$R^2 = \frac{\Delta}{E},$$

valeur qui s'accorde avec celle du § 8.

Résolvons les équations

$$\varphi_r(\omega) = \varphi_{r1}\omega_1 + \varphi_{r2}\omega_2 + \varphi_{r3}\omega_3 + \varphi_{r4}\omega_4 = -R^2$$

par rapport à ω; le dénominateur des inconnues est Δ, et en comparant les numérateurs aux mineurs de E, on trouve

$$\omega_r = R^2\,\frac{E_r}{\Delta} = \frac{E_r}{E}.$$

Les développements précédents conduisent très-simplement à l'équation de la sphère O. Car la distance d'un point X au centre O est donnée par la formule

$$\overline{XO}^2 = \varphi(x-\omega) = \varphi(x) + \varphi(\omega) - 2\Sigma x_1\varphi_1(\omega),$$

ou, à cause des relations $\varphi(\omega) = \varphi_r(\omega) = -R^2$, par

$$\overline{XO}^2 = \varphi(x) + R^2.$$

Par conséquent, si $XO = R$, on a pour l'équation de la sphère O :

$$\varphi(x) = 0.$$

Si le point X n'est pas sur la sphère, on a

$$\varphi(x) = \overline{XO}^2 - R^2$$

c'est-à-dire que la puissance d'un point X par rapport à la sphère O est exprimée par $\varphi(x)$.

18. *Distances mutuelles de cinq points.* — Désignons par d_{51}, d_{52}, d_{53}, d_{54} les distances d'un point quelconque X aux sommets de référence. On a (§ 16)

$$\begin{aligned}
\varphi_{r1}x_1 + \varphi_{r2}x_2 + \varphi_{r3}x_3 + \varphi_{r4}x_4 - \frac{1}{2}\varphi + \frac{1}{2}d^2_{5r} &= o, \quad (r = 1, 2, 3, 4)\\
d^2_{15}x_1 + d^2_{25}x_2 + d^2_{35}x_3 + d^4_{45}x_4 + \varphi &= o,\\
x_1 + x_2 + x_3 + x_4 - 1 &= o.
\end{aligned}$$

Entre ces six équations on peut éliminer linéairement les cinq inconnues x_1, x_2, x_3, x_4, φ et l'on aura après quelques transformations faciles de la résultante :

$$\begin{vmatrix}
0 & d^2_{12} & d^2_{13} & d^2_{14} & d^2_{15} & 1\\
d^2_{21} & 0 & d^2_{23} & d^2_{24} & d^2_{25} & 1\\
d^2_{31} & d^2_{32} & 0 & d^2_{34} & d^2_{35} & 1\\
d^2_{41} & d^2_{42} & d^2_{43} & 0 & d^2_{45} & 1\\
d^2_{51} & d^2_{52} & d^2_{53} & d^2_{54} & 0 & 1\\
1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0
\end{vmatrix} = 0.$$

De là on peut déduire la valeur de R, en posant

$$d_{51} = d_{52} = d_{53} = d_{54} = R.$$

19. *Équation d'une sphère quelconque.* — Soient α_1, α_2, α_3, α_4 les coordonnées barycentriques du centre A d'une sphère quelconque dont ρ est le rayon.

En désignant par x_1, x_2, x_3, x_4 les coordonnées courantes, l'équation de cette sphère est

$$\rho^2 = \varphi(x - \alpha) = \varphi(x) + \varphi(\alpha) - 2\Sigma x_1\, \varphi_1(\alpha),$$

ou sous forme homogène

(1) . . . . $\varphi(x) + [\varphi(\alpha) - \rho^2]\, \Sigma^2 x_1 - 2\Sigma x_1\, \Sigma x_1\, \varphi_1(\alpha) = o.$

On peut encore écrire

$$(1') \quad \ldots\ldots \quad \varphi(x) + 2\,\Sigma x_1\,\Sigma \mathrm{M}_1\,x_1 = o,$$

en posant

$$2\,\mathrm{M}_r = \varphi(\alpha) - \rho^2 - 2\,\varphi_r(\alpha) = \overline{\mathrm{AA}}_r^2 - \rho^2;$$

on peut remarquer que les quantités M_r sont égales aux moitiés des puissances des sommets de référence par rapport à la sphère A. La puissance d'un point quelconque X par rapport à cette sphère est exprimée par $\mathrm{XA}^2 - \rho^2$ ou par $\varphi(x - \alpha) - \rho^2$, c'est-à-dire par le premier membre de l'équation (1').

Réciproquement, l'équation (1') représente pour toutes les valeurs des M_r une sphère, car on peut l'identifier avec (1) en posant

$$(2) \quad \ldots\ldots \quad \varphi(\alpha) - 2\varphi_r(\alpha) = 2\,\mathrm{M}_r + \rho^2 \quad (r = 1, 2, 3, 4).$$

Ajoutons ensemble ces quatre équations, après les avoir multipliées respectivement par α_1, α_2, α_3, α_4; en tenant compte de l'identité $\Sigma\alpha_1 = 1$, on trouve

$$(3) \quad \ldots\ldots \quad -\varphi(\alpha) - 2\,\Sigma\,\mathrm{M}_r\alpha_r = \rho^2.$$

Des équations (2), (3) et de l'identité $\Sigma\alpha_1 = 1$, on peut tirer linéairement les coordonnées du centre, le rayon ρ et l'inconnue auxiliaire $\varphi(\alpha)$.

Pour que l'équation générale du second degré

$$f(x) = \Sigma\, f_{rs}\, x_r\, x_s = o$$

représente une sphère, il faut et il suffit qu'elle puisse s'identifier avec (1'), ce qui donne, λ étant un facteur indéterminé,

$$2\mathrm{M}_r = \lambda f_{rr}, \quad \varphi_{rs} + \mathrm{M}_r + \mathrm{M}_s = \lambda f_{rs}.$$

L'élimination des M_r conduit aux équations de condition

$$\frac{2}{\lambda} = \frac{f_{11} + f_{22} - 2f_{12}}{\varphi_{12}} = \frac{f_{11} + f_{33} - 2f_{13}}{\varphi_{13}} = \ldots\ldots$$

Théorie de la ligne droite.

20. *Premier mode de détermination de la droite.* — Pour fixer la position d'une droite, on peut se donner les coordonnées α_r, β_r de deux de ses points A et B. Un point variable X de cette droite est alors déterminé par le rapport des segments XA et XB. En désignant ce rapport par $\frac{1}{a} : -\frac{1}{b}$, on trouve facilement

$$D_r = \frac{a\delta_r + b\delta'_r}{a+b}.$$

δ_r, δ'_r et D_r étant les coordonnées-distances de A, B et X; par suite, si l'on multiplie les deux membres de cette relation par le paramètre de référence $\frac{1}{h_r}$, on aura pour les coordonnées barycentriques

$$x_r = \frac{a\alpha_r + b\beta_r}{a+b}.$$

Il faut remarquer que a et b sont de même signe ou non, suivant que X est ou non entre A et B.

En éliminant a et b entre les expressions des quatre coordonnées x, prises trois à trois, on trouve les conditions nécessaires pour que trois points X, A et B soient en ligne droite : les mineurs du système

$$\begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 & \alpha_4 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 & \beta_4 \end{vmatrix}$$

doivent être nuls.

21. *Deuxième mode de détermination de la droite.* — Pour déterminer une droite, on peut se donner les coordonnées α_r de l'un de ses points A, et les angles qu'elle fait avec les hauteurs du tétraèdre fondamental. Un point variable X de cette droite peut alors être fixé par sa distance ρ au point A, cette distance changeant de signe, si le point X passe d'un côté de A à l'autre.

La projection de AX sur la hauteur h_r étant égale à $D_r - \delta_r$ ou à $\rho\cos(\rho h_r)$, on aura

$$h_r(x_r - \alpha_r) = \rho\cos(\rho h_r),$$

d'où

$$x_r = \alpha_r + \rho\frac{\cos(\rho h_r)}{h_r}.$$

Nous donnerons aux quotients $\frac{\cos(\rho h_r)}{h_r}$ le nom de *coefficients directeurs* de la droite. Ces coefficients sont les inverses des longueurs des droites qui sont menées par les sommets de référence parallèlement à la droite donnée et terminées aux faces opposées; ils sont positifs ou négatifs, suivant que ces parallèles sont dirigées, à partir des sommets de référence, dans le sens des ρ négatifs ou des ρ positifs. Si nous les désignons par λ_1, λ_2, λ_3, λ_4, les coordonnées du point X peuvent être représentées par

$$x_1 = \alpha_1 + \lambda_1\rho,\ x_2 = \alpha_2 + \lambda_2\rho, \ldots\ldots$$

22. *Coefficients directeurs.* — Les coefficients λ ne forment évidemment que deux quantités distinctes, et doivent être liés par deux identités. Celles-ci pourraient se déduire de la relation entre les angles de quatre droites (voir § 2); on a, par exemple,

$$K = \Sigma K_{11} h_1^2 \lambda_1^2 + 2\Sigma K_{12} h_1 h_2 \lambda_1 \lambda_2,$$

en posant

$$K = \begin{vmatrix} 1 & \cos h_1 h_2 & \cos h_1 h_3 \\ \cos h_2 h_1 & 1 & \cos h_2 h_3 \\ \cos h_3 h_1 & \cos h_3 h_2 & 1 \end{vmatrix}.$$

Mais il est préférable de prendre les deux relations

$$(1) \ldots\ldots\ldots \left\{ \begin{aligned} \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 &= 0, \\ \varphi(\lambda) &= 1, \end{aligned} \right.$$

qui se déduisent des égalités $\Sigma(x_1 - \alpha_1) = 0$, $\rho^2 = \varphi(x - \alpha)$.

On en conclut les théorèmes de géométrie suivants : *Si l'on mène par les sommets d'un tétraèdre des parallèles terminées aux faces opposées :*

1° *La somme des inverses des quatre parallèles est nulle ;*

2° *La somme des quotients qu'on obtient, en divisant le carré*

de chaque arête du tétraèdre par le produit des parallèles issues de ses extrémités est égale à moins l'unité.

Remarques. 1° Les coefficients directeurs d'une droite parallèle à l'arête $A_1 A_2$ sont $\pm \frac{1}{d_{12}}, \mp \frac{1}{d_{12}}, o, o$.

2° Une parallèle au plan a_1 est caractérisée par $\lambda_1 = o$.

3° Les coefficients directeurs d'une droite AB sont

$$\frac{\alpha_r - \beta_r}{AB} = \frac{\alpha_r - \beta_r}{\sqrt{\varphi(\alpha - \beta)}}$$

et ceux de la droite A_1X :

$$\frac{x_1 - 1}{A_1X}, \quad \frac{x_2}{A_1X}, \quad \frac{x_3}{A_1X}, \quad \frac{x_4}{A_1X}.$$

4° Les coefficients d'une perpendiculaire à la face a_1 sont égaux à

$$\frac{1}{h_1}, \quad \frac{\cos h_1 h_2}{h_2}, \quad \frac{\cos h_1 h_3}{h_3}, \quad \frac{\cos h_1 h_4}{h_4}.$$

Pour les exprimer en fonction des arêtes, remarquons que λ_1 est un maximum pour cette direction. En différentiant les équations (1), on a, à cause de $d\lambda_1 = o$,

$$\begin{gathered} d\lambda_2 + \quad d\lambda_3 + \quad d\lambda_4 = o, \\ \varphi_2(\lambda)\, d\lambda_2 + \varphi_3(\lambda)\, d\lambda_3 + \varphi_4(\lambda)\, d\lambda_4 = o; \end{gathered}$$

les λ à chercher satisfont donc aux relations

$$\begin{gathered} \varphi_2(\lambda) = \mu, \\ \varphi_3(\lambda) = \mu, \\ \varphi_4(\lambda) = \mu, \end{gathered}$$

μ étant un facteur indéterminé. En y joignant $\Sigma \lambda_i = o$ et en résolvant par rapport aux λ, on trouve

$$\lambda_1 = -\mu \frac{E_{11}}{E_1}, \quad \lambda_2 = -\mu \frac{E_{12}}{E_1}, \quad \lambda_3 = -\mu \frac{E_{13}}{E_1}, \quad \lambda_4 = -\mu \frac{E_{14}}{E_1}.$$

Il reste à déterminer μ. L'égalité $\Sigma \lambda_i \varphi_i(\lambda) = 1$ donne, à cause de $\varphi_2 = \varphi_3 = \varphi_4 = \mu$, $\lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = -\lambda_1$,

$$\lambda_1 \varphi_1(\lambda) - \lambda_1 \mu = 1.$$

En y remplaçant les λ_r par $-\mu \frac{E_{1r}}{E_1}$ et en tenant compte de l'identité

$$\varphi_{11} E_{11} + \varphi_{12} E_{12} + \varphi_{13} E_{13} + \varphi_{14} E_{14} + E_1 = E,$$

on trouve

$$\mu = \frac{E_1}{\sqrt{EE_{11}}}.$$

Les coefficients directeurs de la hauteur h_1 sont donc

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{E_{11}}{E}}, \quad \lambda_2 = \frac{E_{12}}{\sqrt{EE_{11}}}, \quad \lambda_3 = \frac{E_{13}}{\sqrt{EE_{11}}}, \quad \lambda_4 = \frac{E_{14}}{\sqrt{EE_{11}}}.$$

En ayant égard à la signification géométrique de $E_{11}, E_{12}, \ldots$ l'égalité $E = -36\,V^2$ (§ 4), on déduit des valeurs précédentes :

$$E_{11} = -4a_1^2, \quad E_{12} = 4a_1 a_2 \cos h_1 h_2, \ldots\ldots$$

23. *Angle de deux directions.* — Étant donnés les coefficients directeurs λ, μ de deux directions l, m, on peut trouver une première expression de $\cos lm$ par les formules du § 5; on a, par exemple,

$$\begin{vmatrix} 1 & \cos lm & \cos lh_1 & \cos lh_2 \\ \cos ml & 1 & \cos mh_1 & \cos mh_2 \\ \cos h_1 l & \cos h_1 m & 1 & \cos h_1 h_2 \\ \cos h_2 l & \cos h_2 m & \cos h_2 h_1 & 1 \end{vmatrix} = 0,$$

ou encore

$$\begin{vmatrix} \cos lm & \cos lh_1 & \cos lh_2 & \cos lh_3 \\ \cos mh_1 & 1 & \cos h_1 h_2 & \cos h_1 h_3 \\ \cos mh_2 & \cos h_2 h_1 & 1 & \cos h_2 h_3 \\ \cos mh_3 & \cos h_3 h_1 & \cos h_3 h_2 & 1 \end{vmatrix} = 0.$$

Mais on obtient des formules plus avantageuses de la manière suivante. Par un point quelconque A, menons des parallèles à l et à m, et prenons sur chacune d'elles une longueur égale à l'unité, soit $AB = AC = 1$. En représentant par α_r, β_r, γ_r, les coordonnées des points A, B, C, nous aurons

$$\sin \frac{1}{2} lm = \frac{1}{2} BC,$$

$$\beta_r = \alpha_r + \lambda_r, \quad \gamma_r = \alpha_r + \mu_r,$$

d'où

$$(1)\ldots\quad \sin^2\frac{1}{2}lm=\frac{1}{4}BC^2=\frac{1}{4}\varphi(\beta-\gamma)=\frac{1}{4}\varphi(\lambda-\mu).$$

Comme

$$\varphi(\lambda-\mu)=\varphi(\lambda)+\varphi(\mu)-2\varphi(\lambda\mu)=2-\varphi(\lambda\mu),\ 2\sin^2\frac{lm}{2}=1-\cos lm,$$

on a aussi

$$(2)\ldots\ldots\quad \cos lm=\varphi(\lambda\mu)=-\frac{\left(\Delta'\begin{matrix}\lambda\\ \mu\end{matrix}\right)}{\Delta^2}.$$

Enfin

$$(3)\ldots\ldots\quad \sin^2 lm=1-\cos^2 lm=\varphi(\lambda)\,\varphi(\mu)-\varphi^2(\lambda\mu)$$
$$=\frac{\left(\Delta'\begin{matrix}\lambda\,\mu\\ \lambda\,\mu\end{matrix}\right)}{\Delta}.$$

24. *Sinus de l'angle solide.* — Soient λ, μ, π les coefficients directeurs des arêtes *l, m, p,* d'un angle solide. On a

$$\sin^2 lmp=\begin{vmatrix}1 & \cos lm & \cos lp\\ \cos ml & 1 & \cos mp\\ \cos pl & \cos pm & 1\end{vmatrix}$$
$$=\begin{vmatrix}\varphi(\lambda\lambda) & \varphi(\lambda\mu) & \varphi(\lambda\pi)\\ \varphi(\mu\lambda) & \varphi(\mu\mu) & \varphi(\mu\pi)\\ \varphi(\pi\lambda) & \varphi(\pi\mu) & \varphi(\pi\pi)\end{vmatrix}.$$

Le dernier déterminant peut être considéré comme provenant de la multiplication des deux systèmes d'éléments

$$\begin{vmatrix}\lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 & \lambda_4\\ \mu_1 & \mu_2 & \mu_3 & \mu_4\\ \pi_1 & \pi_2 & \pi_3 & \pi_4\end{vmatrix}\quad \begin{vmatrix}\varphi_1(\lambda) & \varphi_2(\lambda) & \varphi_3(\lambda) & \varphi_4(\lambda)\\ \varphi_1(\mu) & \varphi_2(\mu) & \varphi_3(\mu) & \varphi_4(\mu)\\ \varphi_1(\pi) & \varphi_2(\pi) & \varphi_3(\pi) & \varphi_4(\pi)\end{vmatrix}.$$

Soient N_1, N_2, N_3, N_4 les mineurs du premier système qu'on obtient en retranchant successivement chacune des colonnes. Les mineurs du second système peuvent également être considérés comme provenant de la multiplication du système d'éléments $(\lambda\mu\pi)$ par un système d'éléments formé avec trois lignes de Δ. Par conséquent,

$$\sin^2 lmp=\Sigma\Delta_{rs}N_rN_s$$
$$=-\left(\Delta'\begin{matrix}\lambda\,\mu\,\pi\\ \lambda\,\mu\,\pi\end{matrix}\right).$$

En partant de l'égalité

$$\sin lmp \,.\, \sin l'm'p' = \begin{vmatrix} \cos ll' & \cos lm' & \cos lp' \\ \cos ml' & \cos mm' & \cos mp' \\ \cos pl' & \cos pm' & \cos pp' \end{vmatrix},$$

(voir § 6), on trouve, par des calculs semblables,

$$\sin lmp . \sin l'm'p' = \Sigma\Delta_{rs}\,(\mathrm{N}_r\mathrm{N}'_s + \mathrm{N}_s\,\mathrm{N}'_r)$$
$$= -\left(\Delta' \begin{matrix} \lambda & \mu & \pi \\ \lambda' & \mu' & \pi' \end{matrix}\right).$$

25. *Directions perpendiculaires.* — Pour que les deux directions l, m soient perpendiculaires, il faut avoir $\cos lm = o$ ou $\sin lm = 1$; d'où

$$\varphi(\lambda\mu) = o, \quad \left(\Delta' \begin{matrix} \lambda & \mu \\ \lambda & \mu \end{matrix}\right) = \Delta.$$

Cherchons maintenant les coefficients λ de la perpendiculaire commune à deux directions m et p. Nous devrons poser

$$\Sigma\lambda_1\,\varphi_1(\mu) = o, \quad \Sigma\lambda_1\,\varphi_1(\pi) = o, \quad \Sigma\lambda_1 = o, \quad \varphi(\lambda) = 1.$$

Des trois premières équations on tire

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4 = \alpha \begin{Vmatrix} \varphi_1(\mu) & \varphi_2(\mu) & \varphi_3(\mu) & \varphi_4(\mu) \\ \varphi_1(\pi) & \varphi_2(\pi) & \varphi_3(\pi) & \varphi_4(\pi) \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{Vmatrix}^{*}.$$

Pour avoir α, substituons ces valeurs dans l'équation $\varphi(\lambda) = 1$; il vient (voir fin du § 15)

$$\alpha^2 = \frac{1}{-\left(\Delta \begin{matrix} 1 & \varphi'(\mu) & \varphi'(\pi) \\ 1 & \varphi'(\mu) & \varphi'(\pi) \end{matrix}\right)}.$$

Pour simplifier le dénominateur de cette valeur, ajoutons à la sixième ligne, puis à la septième, les quatre premières multipliées respectivement d'abord par $-\mu_1, -\mu_2, -\mu_3, -\mu_4$, ensuite par $-\pi_1, -\pi_2, -\pi_3, -\pi_4$, et opérons de la même manière sur

* Nous nous servons ici d'une notation très-commode pour indiquer que des inconnues sont proportionnelles aux mineurs d'un système d'éléments; α est le facteur qui les rend égales à ces mineurs.

les colonnes. Les φ' seront remplacés par des zéros et le carré final

$$\begin{vmatrix} o & o & o \\ o & o & o \\ o & o & o \end{vmatrix}$$

par

$$\begin{vmatrix} 0 & -\Sigma\mu_1 & -\Sigma\pi_1 \\ -\Sigma\mu_1 & -\varphi(\mu\mu) & -\varphi(\mu\pi) \\ -\Sigma\pi_1 & -\varphi(\pi\mu) & -\varphi(\pi\pi) \end{vmatrix},$$

de manière que le dénominateur de α^2 se réduit au produit des deux déterminants de degré inférieur

$$\left(\Delta\,{}^{1}_{1}\right), \quad \begin{vmatrix} \varphi(\mu\mu) & \varphi(\mu\pi) \\ \varphi(\pi\mu) & \varphi(\pi\pi) \end{vmatrix};$$

par conséquent,

$$\alpha^2 = -\frac{1}{\mathrm{E}\sin^2 mp}.$$

Il peut quelquefois être utile de connaître les valeurs des $\varphi'(\lambda)$. Pour les obtenir, cherchons d'abord l'équation en $\varphi'(\lambda)$ équivalente à $\Sigma\lambda_1 = o$. En éliminant les λ explicites entre les cinq équations

$$\varphi_{r1}\lambda_1 + \varphi_{r2}\lambda_2 + \varphi_{r3}\lambda_3 + \varphi_{r4}\lambda_4 = \varphi_r(\lambda) \quad (r = 1, 2, 3, 4),$$
$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = o,$$

on trouve

$$\left(\Delta\,{}^{\varphi'(\lambda)}_{1}\right) = o$$

ou

$$\mathrm{E}_1\varphi_1(\lambda) + \mathrm{E}_2\varphi_2(\lambda) + \mathrm{E}_3\varphi_3(\lambda) + \mathrm{E}_4\varphi_4(\lambda) = o$$

Joignons à cette équation les deux suivantes

$$\Sigma\mu_1\varphi_1(\lambda) = o, \quad \Sigma\pi_1\varphi_1(\lambda) = o,$$

et résolvons par rapport aux $\varphi'(\lambda)$; il vient

$$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4 = \beta \left\| \begin{matrix} \mu_1 & \mu_2 & \mu_3 & \mu_4 \\ \pi_1 & \pi_2 & \pi_3 & \pi_4 \\ \mathrm{E}_1 & \mathrm{E}_2 & \mathrm{E}_3 & \mathrm{E}_4 \end{matrix} \right\|.$$

Pour avoir β, multiplions le système d'éléments à droite par celui qui a fourni ci-dessus les λ, ce qui donne

$$\Sigma\lambda_1\,\varphi_1(\lambda) = 1 = \alpha\beta \begin{vmatrix} \varphi(\mu\mu) & \varphi(\mu\pi) & \varphi(\mu E) \\ \varphi(\pi\mu) & \varphi(\pi\pi) & \varphi(\pi E) \\ \Sigma\mu_1 & \Sigma\pi_1 & \Sigma E_1 \end{vmatrix}$$

$$= \alpha\beta\,E\sin^2 mp$$

et par suite

$$\beta^2 = \alpha^2 = -\frac{1}{E\sin^2 mp}.$$

Théorie du plan.

26. *Premier mode de détermination du plan.* — Un plan est déterminé quand on connaît les coordonnées de trois quelconques de ses points A, B, C. Soient X un point variable du plan ABC, et A′, B,′ C′ les points où les droites AX, BX, CX viennent rencontrer les droites BC, CA, AB. Le point C′ divise AB dans un certain rapport que nous représenterons par $\frac{1}{a} : -\frac{1}{b}$; alors les coordonnés de C′ seront $\gamma'_r = \frac{a\alpha_r + b\beta_r}{a+b}$. Le rapport dans lequel X divise la droite CC′ peut être représenté par $\frac{1}{a+b} : -\frac{1}{c}$; nous aurons alors

$$x_r = \frac{(a+b)\,\gamma'_r + c\gamma_r}{(a+b)+c}$$

ou

(1). . . . . $$x_r = \frac{a\alpha_r + b\beta_r + c\gamma_r}{a+b+c}.$$

De la symétrie des valeurs de x_r par rapport à α_r, β_r, γ_r et a, b, c, on conclut facilement que dans le triangle ABC, les droites AX, BX, CX divisent les côtés dans les rapports

$$\frac{1}{b} : -\frac{1}{c},\quad \frac{1}{c} : -\frac{1}{b},\quad \frac{1}{b} : -\frac{1}{c}$$

et qu'on a aussi :

$$XC' : CC' = c : a+b+c,\quad XA' : AA' = a : a+b+c,\quad XB' : BB' = b : a+b+c.$$

Par conséquent, les quantités a, b, c sont proportionnelles aux

coordonnées barycentriques du point X par rapport au triangle de référence ABC; elles leur sont égales, si $a + b + c = 1$.

Il peut être avantageux de représenter les cordonnées d'un point variable d'un plan ABC par des expressions de la forme (1). Par exemple, si $f(x) = o$ est l'équation d'une surface, sa section par le plan ABC aura pour équation $f(a\alpha + b\beta + c\gamma) = o$, (a, b, c) étant les coordonnées barycentriques planes des points du plan.

Si l'on élimine a, b, c entre les expressions (1) des quatre coordonnées x, on obtient l'équation

$$\begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 & \alpha_4 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 & \beta_4 \\ \gamma_1 & \gamma_2 & \gamma_3 & \gamma_4 \end{vmatrix} = 0,$$

qui doit être satisfaite par tous les points du plan ABC; c'est donc l'équation du plan. En posant

$$C_1, C_2, C_3, C_4 = \left\| \begin{matrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 & \alpha_4 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 & \beta_4 \\ \gamma_1 & \gamma_2 & \gamma_3 & \gamma_4 \end{matrix} \right\|,$$

on peut mettre l'équation du plan sous la forme

$$C_1 x_1 + C_2 x_2 + C_3 x_3 + C_4 x_4 = o.$$

Nous verrons plus loin la signification géométrique des C.

27. *Deuxième mode de détermination du plan.* — Un plan peut être considéré comme le lieu des perpendiculaires abaissées d'un point fixe A sur une direction fixe l. Soient λ les coefficients directeurs de l, et μ ceux de l'une des perpendiculaires AX; on a alors

$$\varphi(\lambda\mu) = \Sigma\mu_1\, \varphi_1(\lambda) = o,$$

$$\mu_r = \frac{x_r - \alpha_r}{AX},$$

et en éliminant μ

$$\Sigma(x_1 - \alpha_1)\, \varphi_1(\lambda) = o.$$

La dernière équation, devant convenir à tous les points du plan,

est l'équation même du plan. Pour la rendre homogène, nous poserons $\Sigma\alpha_1\varphi_1(\lambda) = k = k\Sigma x_1$, ce qui donne

$$\Sigma x_1[\varphi_1(\lambda) - k] = o.$$

Les λ fixent la *direction* du plan, tandis que k qui varie avec α, en fixe la *position*. Le plan $\Sigma x_1\varphi_1(\lambda) = o$ qui correspond à $k = o$, passe, quelles que soient les valeurs des λ, par le centre O de la sphère circonscrite au tétraèdre fondamental; car, à cause de $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = o$, l'équation $\Sigma x_1\varphi_1(\lambda) = \Sigma\lambda_1\varphi_1(x) = o$ est satisfaite quand on pose $\varphi_1(x) = \varphi_2(x) = \varphi_3(x) = \varphi_4(x)$, équations qui déterminent le centre O.

28. *Distance d'un point à un plan.* — Soit ρ la distance d'un point quelconque X au plan $\Sigma x_1[\varphi_1(\lambda) - k] = o$, cette distance devant être considérée comme positive ou comme négative, suivant qu'elle est dirigée à partir de X de la même manière ou non que les λ positifs. Les coordonnées du pied de la perpendiculaire sont alors égales à $x_r - \lambda_r\rho$, et comme elles vérifient l'équation du plan, on doit avoir $\Sigma(x_1 - \lambda_1\rho)[\varphi_1(\lambda) - k] = o$. On tire de là

$$\rho = \frac{\Sigma x_1[\varphi_1(\lambda) - k]}{\Sigma\lambda_1[\varphi_1(\lambda) - k]} = \Sigma x_1[\varphi_1(\lambda) - k] = \Sigma x_1\varphi_1(\lambda) - k,$$

c'est-à-dire la *distance d'un point* X *au plan* $\Sigma x_1[\varphi_1(\lambda) - k] = o$ *est égale à la valeur du 1er membre de l'équation.* Cette valeur se réduit à $-k$, si le point X est dans le plan $\Sigma x_1\varphi_1(\lambda) = o$; on en conclut que la *constante* k *est égale à moins la distance de* O *au plan.*

29. *Distances d'un plan aux sommets de référence. — Coordonnées d'un plan.* — Soient p_1, p_2, p_3, p_4 les distances d'un plan $\Sigma x_1[\varphi_1(\lambda) - k] = o$ aux sommets de référence. — D'après ce qui précède, on trouve facilement

$$(\mathrm{P}) \begin{cases} p_1 = \varphi_1(\lambda) - k, \\ p_2 = \varphi_2(\lambda) - k, \\ p_3 = \varphi_3(\lambda) - k, \\ p_4 = \varphi_4(\lambda) - k. \end{cases}$$

L'équation du plan peut donc encore se mettre sous la forme

$$p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 = o,$$

et la distance d'un point X à ce plan est encore égale au premier membre de cette équation.

Les quantités p_r qui peuvent servir à fixer la position d'un plan s'appellent *coordonnées du plan.* Comme trois de ces distances suffisent déjà pour cette détermination, les quatre coordonnées d'un plan doivent être liées par une identité analogue à celle qui a lieu entre les quatre coordonnées d'un point. Pour l'obtenir, il suffit d'éliminer λ et k entre les équations (P) et les deux suivantes

(1) . . . . . $\Sigma\lambda_1 = o$,   (2). . . . . $\varphi(\lambda) = 1$.

En ajoutant ensemble les équations (P) après les avoir multipliées respectivement par λ_1, λ_2, λ_3, λ_4 et en réduisant à l'aide des égalités (1) et (2), on aura

(3) . . . . $\Sigma p_1 \lambda_1 = 1$,

qui pourra remplacer (2). La relation (3) est assez remarquable; elle donne ce théorème de géométrie :

Si l'on abaisse des sommets d'un tétraèdre des perpendiculaires sur un plan quelconque, la somme des quotients qu'on obtient en divisant chaque perpendiculaire par la droite comprise sur elle entre le sommet correspondant et la face opposée est égale à l'unité.

Entre les équations (P), (1) et (3), nous pouvons maintenant éliminer linéairement les λ et k, et nous aurons

$$\begin{vmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \varphi_{13} & \varphi_{14} & 1 & p_1 \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \varphi_{23} & \varphi_{24} & 1 & p_2 \\ \varphi_{31} & \varphi_{32} & \varphi_{33} & \varphi_{34} & 1 & p_3 \\ \varphi_{41} & \varphi_{42} & \varphi_{43} & \varphi_{44} & 1 & p_4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ p_1 & p_2 & p_3 & p_4 & 0 & 1 \end{vmatrix} = 0$$

ou

$$\left(\Delta \begin{smallmatrix} 1 & p \\ 1 & p \end{smallmatrix}\right) + \left(\Delta \begin{smallmatrix} 1 \\ 1 \end{smallmatrix}\right) = 0.$$

Développons le premier de ces déterminants suivant les produits des éléments p; l'identité fondamentale relative aux coordonnées d'un plan prendra la forme

$$E_{11}p_1^2+E_{22}p_2^2+E_{33}p_3^2+E_{44}p_4^2+2E_{12}p_1p_2+2E_{13}p_1p_3+\ldots=E.$$

30. *Définition et propriétés de la fonction* ε. — Si l'on pose $\frac{E_{rs}}{E}=\varepsilon_{rs}$, l'identité précédente peut s'écrire

$$\varepsilon_{11}p_1^2+\varepsilon_{22}p_2^2+\varepsilon_{33}p_3^2+\varepsilon_{44}p_4^2+2\varepsilon_{12}p_1p_2+\ldots=1.$$

Nous considérerons le 1[er] membre comme une fonction du second degré dont les coefficients sont ε_{rs}, et les variables p_1, p_2, p_3, p_4. Cette fonction joue souvent un rôle analogue à celui de la fonction φ; nous la désignerons par $\varepsilon(p)$. La signification géométrique de ses coefficients qui résulte déjà du § 22, Remarque 4°, peut aussi s'établir directement par le procédé déjà employé pour φ. En effet, appliquant l'identité $\varepsilon(p)=1$ d'abord aux quatre faces de référence, on a

$$\varepsilon(h_1, o, o, o)=1, \quad \varepsilon(o, h_2, o\, o)=1, \ldots.$$

d'où

$$\varepsilon_{11}=\frac{1}{h_1^2}=\frac{a_1^2}{9V^2}, \quad \varepsilon_{22}=\frac{1}{h_2^2}=\frac{a_2^2}{9V^2}, \ldots.$$

Considérons ensuite le plan qui passe par l'arête A_1A_2 et par le milieu N de A_3A_4; ses coordonnées sont $p_1=p_2=o$, $p_3=-p_4$. Pour avoir p_3, menons en A_2 un plan perpendiculaire à l'arête A_1A_2 et projetons les points A_3, N, A_4 en A_3', N', A_4' sur ce plan; en prolongeant A_2N' de $N'Q=A_2N'$, le triangle $A_2A_3'Q$ fournit l'égalité

$$\overline{A_2Q}^2=\overline{A_2A_3'}^2+\overline{A_3'Q}^2-2A_2A_3'.A_3'Q\cos A_2A_3'Q.$$

Mais A_2Q, A_2A_3', $A_3'Q$ sont inversement proportionnels aux hauteurs du triangle $A_2A_3'Q$ lesquelles sont égales à h_3, h_4, p_3, et l'angle $A_2A_3'Q$ est le supplément du dièdre $A_3A_1A_2A_4$; la relation précédente donne donc

$$\frac{1}{p_3^2}=\frac{1}{h_3^2}+\frac{1}{h_4^2}+\frac{2}{h_3h_4}\cos a_3a_4.$$

En substituant maintenant les coordonnées du plan $A_1 A_2 M$ dans l'équation $\varepsilon(p) = 1$, on trouve facilement

$$\varepsilon_{34} = -\frac{\cos a_3 a_4}{h_3 h_4} = -\frac{a_3 a_4 \cos a_3 a_4}{9V^2}.$$

On trouve d'une manière semblable les valeurs de ε_{12}, ε_{13}, ... Par conséquent, on peut écrire

$$\sum \frac{p_1^2}{h_1^2} - 2\sum \frac{p_1 p_2}{h_1 h_2} \cos a_1 a_2 = 1$$

ou

$$\Sigma a_1^2 p_1^2 - 2\Sigma a_1 a_2 p_1 p_2 \cos a_1 a_2 = 9V^2.$$

Les dix coefficients ε_{rs} dépendant des six arêtes $d_{r,s}$, ne forment que six quantités indépendantes; par suite, elles doivent être liées par quatre égalités. Celles-ci pourraient se déduire des propriétés des déterminants ou des principes des projections; on y arrive aussi très-simplement de la manière suivante. Les coordonnées de deux plans parallèles ne différant que par une constante, l'équation $\varepsilon(p + \mu) = 1$ doit être équivalente à $\varepsilon(p) = 1$ pour toutes les valeurs de μ et de p. Or,

$$\varepsilon(p + \mu) = \varepsilon(p) + \mu \Sigma p_1 \varepsilon_1(1) + \mu^2 \varepsilon(1);$$

par conséquent,

$$\varepsilon_1(1) = \varepsilon_2(1) = \varepsilon_3(1) = \varepsilon_4(1) = \varepsilon(1) = o,$$

ou

$$\varepsilon_{11} + \varepsilon_{12} + \varepsilon_{13} + \varepsilon_{14} = o,$$
$$\varepsilon_{21} + \varepsilon_{22} + \varepsilon_{23} + \varepsilon_{24} = o,$$
$$\varepsilon_{31} + \varepsilon_{32} + \varepsilon_{33} + \varepsilon_{34} = o,$$
$$\varepsilon_{41} + \varepsilon_{42} + \varepsilon_{43} + \varepsilon_{44} = o.$$

On peut donc éliminer de la fonction ε quatre des coefficients $\varepsilon_{r,s}$. Si nous en faisons disparaître ε_{11}, ε_{22}, ε_{33}, ε_{44}, il vient

$$\varepsilon(p) = -\Sigma \varepsilon_{rs}(p_r - p_s)^2 = 1,$$

et en éliminant ε_{41}, ε_{42}, ε_{43}, ε_{44}, nous aurons

$$\varepsilon(p) = \Sigma \varepsilon_{rs}(p_4 - p_r)(p_4 - p_s) = 1.$$

La quantité $\varepsilon(p)$ est ainsi ordonnée suivant les différences $p_r - p_s$;

on devait s'y attendre, parce qu'elle ne doit pas changer, lorsque les coordonnées p augmentent toutes d'une même quantité.

Une propriété importante de la fonction ε est celle d'être une somme de trois carrés. Elle peut s'établir de plusieurs manières; la démonstration suivante nous paraît la plus élégante. Posons

$$\Sigma a_1^2 p_1^2 - 2\Sigma a_1 a_2 p_1 p_2 \cos a_1 a_2 = \Sigma^2 L_1 p_1 + \Sigma^2 M_1 p_1 + \Sigma^2 N_1 p_1;$$

nous aurons les dix équations de condition

$$(1). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad L_r^2 + M_r^2 + N_r^2 = a_r^2,$$

$$(2). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad L_r L_s + M_r M_s + N_r N_s = - a_r a_s \cos a_r a_s,$$

Par un point quelconque intérieur au tétraèdre de référence, abaissons des perpendiculaires l_1, l_2, l_3, l_4 sur les quatre faces et menons en outre trois droites orthogonales quelconques x, y, z. Les équations (1) sont évidemment satisfaites par les valeurs

$$L_r = a_r \cos l_r x, \quad M_r = a_r \cos l_r y, \quad N_r = a_r \cos l_r z.$$

Mais ces valeurs vérifient également les équations (2), puisque

$$-\cos a_r a_s = \cos l_r l_s = \cos l_r x . \cos l_s x + \cos l_r y . \cos l_s y + \cos l_r z . \cos l_s z.$$

Les trois droites x, y, z étant arbitraires, la réduction de ε à une somme de trois carrés peut même se faire d'une infinité de manières. La fonction ε est donc constamment positive quelles que soient les valeurs réelles de p_1, p_2, p_3, p_4, et elle ne peut s'annuler que pour le système unique de valeurs des rapports

$$\frac{p_1}{p_4}, \quad \frac{p_2}{p_4}, \quad \frac{p_3}{p_4}$$

qui résulte des équations $\Sigma L_1 p_1 = o$, $\Sigma M_1 p_1 = o$, $\Sigma N_1 p_1 = o$. Comme nous avons déjà trouvé ci-dessus que $\varepsilon(1) = o$, nous voyons que ce n'est que pour des valeurs égales des coordonnées p que ε s'annule. Ces valeurs correspondent au plan de l'infini (§ 32).

31. *Direction d'un plan.* — Cherchons les coefficients directeurs de la normale d'un plan en fonction de ses coordonnées.

Pour cela, résolvons les équations (ρ) et (1) du § 29 par rapport à $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ et $-k$. Nous aurons

$$\lambda_1 = \frac{p_1 E_{11} + p_2 E_{12} + p_3 E_{13} + p_4 E_{14}}{E} = \varepsilon_1(p)$$

$$\lambda_2 = \varepsilon_2(p), \quad \lambda_3 = \varepsilon_3(p), \quad \lambda_4 = \varepsilon_4(p),$$

$$-k = \frac{p_1 E_1 + p_2 E_2 + p_3 E_3 + p_4 E_4}{E} = \Sigma p_1 \omega_1.$$

Cette valeur de k confirme la remarque faite ci-dessus sur sa signification géométrique.

Il nous est maintenant facile de démontrer qu'une équation quelconque du 1[er] degré

$$q_1 x_1 + q_2 x_2 + q_3 x_3 + q_4 x_4 = o$$

représente un plan. Car soient p_1, p_2, p_3, p_4 les coordonnées d'un plan indéterminé; son équation se confondra avec $\Sigma q_1 x_1 = o$, si l'on pose

$$p_1 = \mu q_1 \quad p_2 = \mu q_2 \quad p_3 = \mu q_3, \quad p_4 = \mu q_4,$$

pourvu que μ ait une valeur réelle, finie et déterminée. Or, en remplaçant p_r par μq_r dans l'identité fondamentale $\varepsilon(p) = 1$, on a

$$\mu^2 \varepsilon(q) = 1 \text{ ou } \mu = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon(q)}},$$

valeur qui remplit les conditions voulues, excepté quand $q_1 = q_2 = q_3 = q_4$. En écartant cette restriction, la direction du plan $\Sigma q_1 x_1 = o$ et sa position sont données par les formules

$$\lambda_r = \varepsilon_r(p) = \frac{\varepsilon_r(q)}{\sqrt{\varepsilon(q)}}, \quad k = -\frac{\Sigma q_1 \omega_1}{\sqrt{\varepsilon(q)}},$$

et la distance du point X au plan par $\dfrac{\Sigma q_1 x_1}{\sqrt{\varepsilon(q)}}$.

Pour que deux plans soient parallèles, il faut que leurs coordonnées ne diffèrent que par une constante. L'équation d'un plan parallèle au plan $\Sigma p_1 x_1 = o$ et distant de celui-ci de la quantité k est $\Sigma(p_1 \pm k)\, x_1 = o$.

Si deux plans sont donnés par les équations

$$\Sigma q_1 x_1 = o, \quad \Sigma t_1 x_1 = o,$$

dans lesquelles les quantités q et t ne vérifient pas l'identité fondamentale $\varepsilon(p) = 1$, leurs coordonnées seront

$$\frac{q_r}{\sqrt{\varepsilon(q)}}, \quad \frac{t_r}{\sqrt{\varepsilon(t)}}$$

et les conditions de parallélisme s'expriment par

$$\begin{aligned} \alpha q_1 - \beta t_1 &= \gamma, \\ \alpha q_2 - \beta t_2 &= \gamma, \\ \alpha q_3 - \beta t_3 &= \gamma, \\ \alpha q_4 - \beta t_4 &= \gamma, \end{aligned}$$

α et β désignant les inverses de $\sqrt{\varepsilon(q)}$ et $\sqrt{\varepsilon(t)}$; en éliminant α, β, γ entre ces équations, on voit que les mineurs du système

$$\begin{vmatrix} q_1 & q_2 & q_3 & q_4 \\ t_1 & t_2 & t_3 & t_4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

doivent être nuls.

Pour qu'une droite dont les coefficients directeurs sont μ_1, μ_2, μ_3, μ_4 soit parallèle à un plan (p_1, p_2, p_3, p_4), il faut et il suffit qu'elle soit perpendiculaire à la normale du plan. Il faut donc avoir

$$\Sigma \mu_1 \varphi_1(\lambda) = o, \quad \text{où} \quad \varphi_1(\lambda) = p_1 + k;$$

par conséquent,

$$p_1 \mu_1 + p_2 \mu_2 + p_3 \mu_3 + p_4 \mu_4 = o.$$

Cette égalité donne un théorème de géométrie analogue à celui du § 29.

32. *Plan de l'infini.* — En identifiant les équations $\Sigma q_1 x_1 = o$, $\Sigma p_1 x_1 = o$, nous avons rencontré un cas exceptionnel, celui de $q_1 = q_2 = q_3 = q_4$. Les valeurs

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon(q)}}, \quad \lambda_r = \frac{\varepsilon_r(q)}{\sqrt{\varepsilon(q)}},$$

deviennent alors la 1[re] infinie et les secondes indéterminées, et comme nous avions posé $p_r = \mu q_r$, nous sommes conduit à con-

sidérer l'équation $\Sigma q_1 x_1 = o$ ou son équivalente $\Sigma x_1 = o$ comme représentant un plan dont les coordonnées sont infinies et dont la direction est indéterminée. Ce plan est appelé le *plan de l'infini.*

Beaucoup d'autres considérations peuvent encore servir à justifier la notion de ce plan. Par exemple, comme tous les points doivent vérifier l'identité fondamentale $\Sigma x_1 = 1$, l'équation paradoxale $\Sigma x_1 = o$ doit être considérée comme n'admettant que des valeurs infinies des coordonnées; mais étant du 1[er] degré, il faut aussi la considérer comme représentant un plan. *Autrement*, l'équation $\Sigma x_1 [\varphi_1(\lambda) - k] = \Sigma x_1 \varphi_1(\lambda) - k \Sigma x_1 = o$ représente pour des valeurs variables de k, des plans parallèles; comme elle est satisfaite, quand on pose $\Sigma x_1 \varphi_1(\lambda) = o$, $\Sigma x_1 = o$, on peut regarder l'équation $\Sigma x_1 = o$ comme représentant le lieu des droites d'intersection des différentes séries de plans parallèles.

33. *Angle de deux plans.* — Soient p_r, q_r les coordonnées de deux plans quelconques P et Q, λ_r, μ_r les coefficients directeurs de leurs normales. On a

$$\cos PQ = \Sigma \mu_1 \varphi_1(\lambda), \quad \varphi_r(\lambda) = p_r + k, \quad \mu_r = \varepsilon_r(q),$$

d'où

$$\cos PQ = \Sigma (p_r + k) \varepsilon_r(q) = \varepsilon(pq),$$

à cause de

$$\Sigma k \varepsilon_r(q) = k \Sigma q_1 (\varepsilon_{11} + \varepsilon_{12} + \varepsilon_{13} + \varepsilon_{14}) = o.$$

Si les plans sont donnés par les équations $\Sigma m_1 x_1 = o$, $\Sigma n_1 x_1 = o$, on a

$$\cos MN = \frac{\varepsilon(mn)}{\sqrt{\varepsilon(m)}\sqrt{\varepsilon(n)}}.$$

La condition de perpendicularité de deux plans est

$$\varepsilon(pq) = o \quad \text{ou} \quad \varepsilon(mn) = o.$$

34. *Construction d'un plan d'après ses coordonnées.* — Il est facile de voir que le plan (p_1, p_2, p_3, p_4) divise l'arête $A_r A_s$ en deux parties proportionnelles à p_r et p_s, le point de division étant

entre A_r et A_s ou non suivant que p_r et p_s sont de signes contraires ou de même signe. De là résulte la construction suivante du plan : divisez chaque arête fondamentale en deux parties proportionnelles aux coordonnées de mêmes indices que ses extrémités; les six points de division seront dans le plan cherché.

Rapprochons cette construction de la suivante donnée ci-dessus pour le point (x_1, x_2, x_3, x_4) : partagez chaque arête fondamentale suivant le rapport, pris en signe contraire, des inverses des coordonnées de mêmes indices que ses extrémités; les six plans menés par chaque point de division et l'arête opposée passent par le point cherché. Nous voyons qu'on peut établir une certaine correspondance entre les points de l'espace et les plans rapportés à un tétraèdre fixe. A tout point X correspond un plan P dont les coordonnées sont inversement proportionnelles à celles du point et réciproquement; chaque arête du tétraèdre est partagée harmoniquement par le plan P et par celui qui contient l'arête opposé et le point X.

Le point X est appelé le *pôle* du plan P et celui-ci est le *plan polaire* de X par rapport au tétraètre A_1, A_2, A_3, A_4.

35. *Plans passant par l'intersection de deux autres.* — Étant donnés deux plans non parallèles P et Q, un troisième plan quelconque T qui passe par leur intersection peut être représenté par l'équation.

$$k\Sigma p_1 x_1 + l\Sigma q_1 x_1 = o.$$

Car celle-ci est satisfaite quand on pose $\Sigma p_1 x_1 = o$, $\Sigma q_1 x_1 = o$, et on peut encore assujettir le plan T à une autre condition en disposant convenablement du rapport $\frac{k}{l}$.

En mettant cette équation sous la forme

$$\frac{k}{l} = -\frac{\Sigma q_1 x_1}{\Sigma p_1 x_1},$$

on voit que le rapport $\frac{k}{l}$ est égal en valeur absolue au rapport des distances d'un point quelconque de T aux plans Q et P et

qu'il est positif ou négatif, suivant que le plan T est dans l'un ou l'autre des dièdres formés par Q et P. Comme ces distances sont proportionnelles aux sinus des angles $\widehat{QT}$, $\widehat{PT}$, l'équation de T peut encore s'écrire

$$\frac{\Sigma p_1 x_1}{\sin PT} = \frac{\Sigma q_1 x_1}{\sin QT}.$$

Deux plans qui correspondent à des valeurs égales et de signes contraires du rapport $\frac{k}{l}$, sont conjugués harmoniques par rapport à P et Q.

Les coordonnées du plan T sont visiblement proportionnelles aux binômes $kp_r + lq_r$ ou égales à

$$\frac{kp_r + lq_r}{\sqrt{\varepsilon(kp + lq)}}.$$

Mais

$$\varepsilon(kp + lq) = k^2 \varepsilon(p) + 2kl\varepsilon(pq) + l^2\varepsilon(q) = k^2 + l^2 + 2kl \cos PQ$$

et en faisant

$$k = -\sin QT, \quad l = \sin PT,$$

on a

$$\varepsilon(kp + lq) = \sin^2 QT + \sin^2 PT - 2 \sin QT \sin PT \cos PQ = \sin^2 PQ.$$

Il en résulte

$$t_r = \frac{p_r \sin QT - q_r \sin PT}{\sin PQ}.$$

36. *Plans passant par l'intersection de trois autres.* — Un plan quelconque U passant par le point d'intersection de trois autres P, Q, T peut être représenté par l'équation

$$k\Sigma p_1 x_1 + l\Sigma q_1 x_1 + m\Sigma t_1 x_1 = o;$$

les rapports $\frac{k}{l}$, $\frac{k}{m}$ peuvent se déterminer par deux autres conditions auxquelles on assujettit le plan.

Le plan U passe évidemment par les intersections des couples de plans

$$k\Sigma p_1 x_1 + l\Sigma q_1 x_1 = o \quad \text{et} \quad \Sigma t_1 x_1 = o;$$
$$l\Sigma q_1 x_1 + m\Sigma t_1 x_1 = o \quad \text{et} \quad \Sigma p_1 x_1 = o;$$
$$m\Sigma t_1 x_1 + k\Sigma p_1 x_1 = o \quad \text{et} \quad \Sigma q_1 x_1 = o.$$

Désignons par P′, Q′, T′ les arêtes du trièdre PQT et par P″, Q″, T″ les droites suivant lesquelles les faces du trièdre sont rencontrées par le plan U. On voit facilement que les trois équations à gauche représentent les plans T′T″, P′P″, Q′Q″; on en conclut que le rapport $\frac{k}{l}$ est égal, en valeur absolue, au rapport des sinus des angles du plan T′T″ avec Q et P.

Les équations

$$(1) \quad \ldots\ldots \quad \left\{\begin{array}{l} k\Sigma p_1 x_1 - l\Sigma q_1 x_1 = o, \\ l\Sigma q_1 x_1 - m\Sigma t_1 x_1 = o, \\ m\Sigma t_1 x_1 - k\Sigma p_1 x_1 = o, \end{array}\right.$$

représentent des plans qui passent également par les droites T′, P′, Q′ et qui sont les conjugués harmoniques des plans T′ T″, P′ P″, Q′ Q″ par rapport aux faces du trièdre PQT′. A la forme de ces équations, on reconnaît que ces plans passent par une même droite U′. De là un théorème de géométrie connu et facile à énoncer.

D'un point quelconque M de la droite U′ abaissons des perpendiculaires sur les plans P, Q, T; soient p, q, t leurs longueurs. Les plans T′U′, P′U′, Q′U′ étant représentés par les équations (1), il est facile de voir qu'on peut poser

$$k = \frac{1}{p}, \quad l = \frac{1}{q}, \quad t = \frac{1}{r},$$

de manière que le plan U a pour équation

$$\frac{1}{p}\Sigma p_1 x_1 + \frac{1}{q}\Sigma q_1 x_1 + \frac{1}{t}\Sigma t_1 x_1 = o.$$

57. *Surface d'un triangle.* — Soient S la surface du triangle ABC, $\alpha_r, \beta_r, \gamma_r$ les coordonnées des sommets. On a

$$S = \frac{1}{2}\,\mathrm{AB}\,.\,\mathrm{AC}\sin \mathrm{BAC}.$$

Mais, si λ_r, μ_r sont les coefficients directeurs de AB et AC, on peut poser

$$\lambda_r = \frac{\alpha_r - \beta_r}{\mathrm{AC}}, \quad \mu_r = \frac{\alpha_r - \gamma_r}{\mathrm{AC}}, \quad \sin^2 \mathrm{BAC} = \frac{\left(\Delta', \begin{matrix}\lambda\,\mu\\ \lambda\,\mu\end{matrix}\right)}{\Delta};$$

par conséquent,

$$S^2 = \frac{\left(\Delta'\begin{matrix}\alpha-\beta & \alpha-\gamma\\ \alpha-\beta & \alpha-\gamma\end{matrix}\right)}{4\Delta}.$$

Pour rendre cette expression de S^2 symétrique par rapport aux trois lettres α, β, γ, concevons le numérateur développé suivant les produits des déterminants du 2me degré dérivant des deux dernières lignes et des deux dernières colonnes. Ce numérateur sera une fonction du second degré des déterminants de la forme

$$\begin{vmatrix} \alpha_1 - \beta_1, & \alpha_1 - \gamma_1 \\ \alpha_2 - \beta_2, & \alpha_2 - \gamma_2 \end{vmatrix}.$$

Or le dernier déterminant peut s'écrire

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 \\ \alpha_2 & \beta_2 & \gamma_2 \end{vmatrix},$$

ou, si l'on retranche les deux dernières lignes de la première,

$$\begin{vmatrix} \alpha_3 + \alpha_4 & \beta_3 + \beta_4 & \gamma_3 + \gamma_4 \\ \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 \\ \alpha_2 & \beta_2 & \gamma_2 \end{vmatrix};$$

il équivaut donc à $-C_4 + C_3$, les C ayant les mêmes valeurs qu'au § 26. Il en résulte qu'on peut concevoir S^2 mise sous la forme d'une fonction du second degré des C, c'est-à-dire

$$S^2 = B_{11}C_1^2 + B_{22}C_2^2 + B_{33}C_3^2 + B_{44}C_4^2 + 2B_{12}C_{12} + \ldots.$$

Pour déterminer les coefficients $B_{r,s}$, faisons coïncider le triangle ABC successivement avec les quatre faces du tétraèdre fondamental, puis avec les six triangles qui sont formés par une arête fondamentale et le sommet de l'arête opposée. On trouve ainsi

$$B_{11} = a_1^2,\quad B_{22} = a_2^2,\quad B_{33} = a_3^2,\quad B_{44} = a_4^2,$$

et, en reprenant ensuite la figure auxiliaire employée au § 30,

$$B_{12} = -a_1 a_2 \cos a_1 a_2, \ldots.$$

Nous pouvons donc écrire

$$S^2 = a_1^2 C_1^2 + a_2^2 C_2^2 + a_3^2 C_3^2 + a_4^2 C_4^2 - 2a_1 a_2 C_1 C_2 \cos a_1 a_2 \ldots = 9 V^2 \varepsilon(C).$$

En supposant les trois points A, B, C dans le plan $A_1 A_2 A_3$, on aura $\alpha_4 = \beta_4 = \gamma_4 = o$, par suite $C_1 = C_2 = C_3 = o$, et

$$S^2 = a_4^2 C_4^2 \quad \text{ou} \quad S = a_4 C_4.$$

38. *Volume d'un tétraèdre.* — Soient V' le volume d'un tétraèdre ABCD, α_r, β_r, γ_r, δ_r les coordonnées des sommets. L'équation du plan ABC (§ 26) étant

$$C_1 x_1 + C_2 x_2 + C_3 x_3 + C_4 x_4 = o,$$

la hauteur abaissée de D sur ABC sera égale à

$$\frac{C_1\delta_1 + C_2\delta_2 + C_3\delta_3 + C_4\delta_4}{\sqrt{\varepsilon(C)}}$$

et, comme la surface du triangle ABC vaut $3V\sqrt{\varepsilon(C)}$, on aura

$$V' = V(C_1\delta_1 + C_2\delta_2 + C_3\delta_3 + C_4\delta_4,$$

d'où

$$\frac{V'}{V} = \begin{vmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 & \alpha_4 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 & \beta_4 \\ \gamma_1 & \gamma_2 & \gamma_3 & \gamma_4 \\ \delta_1 & \delta_2 & \delta_3 & \delta_4 \end{vmatrix}.$$

En faisant $\delta_1 = 1$, $\delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = o$, on voit que C_1 est égal au rapport du volume du tétraèdre A_1ABC à celui du tétraèdre fondamental.

FIN.

ÉTUDES

DE

MÉCANIQUE ABSTRAITE,

PAR

J.-M. DE TILLY,

CAPITAINE D'ARTILLERIE, PROFESSEUR A L'ÉCOLE MILITAIRE.

(Mémoire présenté à la classe des sciences le 1er août 1868.)

ÉTUDES

DE

MÉCANIQUE ABSTRAITE.

INTRODUCTION.

J'avais établi, après plusieurs années de travail, les principes fondamentaux d'une géométrie abstraite, basée sur la négation de l'axiome XI d'Euclide *, qui, à mes yeux, et en tant que vérité absolue, ne repose sur rien. J'avais tiré de ces principes des déductions fort curieuses et je comptais les présenter au jugement des savants lorsque, il y a à peu près une année, je lus, dans le tome XVII du *Journal de Crelle*, un mémoire de Lobatschewsky, intitulé : *Géométrie imaginaire,* dans lequel je retrouvai mes formules fondamentales, sans démonstration, mais suivies de déductions qui, en certains points, étaient poussées bien plus loin que les miennes. Plus tard, je trouvai dans un autre mémoire du même auteur ** la démonstration de ces formules fondamentales, très-différente de la mienne, mais tout aussi exacte, et en même temps l'indication d'autres ouvrages traitant du même sujet.

Je perdis ainsi la priorité de mes découvertes et je pus me convaincre que les travaux exécutés avant moi suffisent, et au delà, pour faire présumer que la nouvelle hypothèse qui sert de base à la géométrie abstraite ou imaginaire ne peut conduire à aucune conséquence en opposition avec la logique, ce qui permet de la considérer comme possible aussi bien que celle d'Euclide; car

* Souvent appelé *postulatum d'Euclide.*

** *Études géométriques sur la théorie des parallèles*, par Lobatschewsky, professeur à l'université de Kasan, traduit par M. Houël, professeur à la faculté des sciences de Bordeaux. Paris, Gauthier-Villars; 1866.



l'expérience ne peut ici servir à rien, les erreurs inhérentes à toute expérience humaine étant bien supérieures à la différence qui devrait exister entre les résultats dans les deux géométries. Pour cette raison, et bien que je sois arrivé à quelques faits remarquables dans la géométrie abstraite proprement dite, je n'insisterai pas sur cette partie, parce qu'il ne s'agit, dans l'état actuel de la science *, que d'établir la possibilité de l'hypothèse et qu'elle me paraît suffisammeut établie en géométrie pure. Mais il faut aussi que cette même hypothèse, transportée dans la mécanique rationnelle, permette d'édifier cette science sans aucune contradiction. Je m'en suis occupé depuis longtemps et je crois que, dans cette partie au moins, la priorité me reste.

Je vais exposer ci-dessous mes principaux résultats; ils suffisent, je pense, pour faire présumer qu'il en est de la mécanique

* Je veux dire qu'actuellement la géométrie abstraite est purement spéculative et ne peut avoir aucune application pratique, car l'expérience n'a jamais montré, dans la somme des angles d'un triangle rectiligne, la moindre déviation de deux angles droits. Mais rien ne dit qu'elle n'aura jamais d'applications. Il peut s'en présenter dans deux ordres d'idées différents :

1° Comme moyen d'intégration. Voir les applications de Lobatschewsky dans ce sens (*Journal de Crelle*, 1837). Il est juste de dire que les intégrales définies de Lobatschewsky et celles que j'ai trouvées moi-même dans cette voie, jusqu'ici, peuvent s'obtenir par analyse pure, mais il est loin d'être prouvé qu'il en sera toujours ainsi;

2° Il se peut qu'en astronomie ou en mécanique céleste on en vienne un jour à raisonner sur des figures très-grandes dans lesquelles la géométrie et la mécanique ordinaires ne seraient plus applicables. Je n'en citerai qu'un exemple et je le prendrai très-simple. Je sais que, jusqu'ici, les astronomes ne s'occupent guère d'évaluer, même approximativement, la distance de la terre aux étoiles, ni des étoiles entre elles; mais ils sont au moins bien convaincus que, lorsqu'en visant sur deux étoiles, ils trouvent leur distance angulaire plus petite que 60°, la distance effective de ces étoiles est plus petite que leur distance à la terre, ou, au moins, que la distance de l'une d'elles à la terre. Or, selon moi, cette conviction ne repose absolument sur rien; ils appliquent ici des principes que la théorie n'a pas démontrés jusqu'à présent et que l'expérience n'a pu démontrer que dans des figures très-petites, et le côté qu'ils supposent le plus petit du triangle pourrait fort bien être le plus grand (tout ceci en admettant que la lumière des étoiles nous arrive en ligne droite, ce qui est une question en dehors de mes études).

comme de la géométrie; deux hypothèses y sont également possibles; elles conduisent à deux mécaniques différentes, mais qui coïncident dans l'infiniment petit et, par une approximation très-suffisante, dans les systèmes très-petits que nous considérons à la surface de la terre; l'une des deux est d'ailleurs beaucoup plus simple que l'autre; il est donc tout naturel et très-logique qu'on la choisisse dans l'enseignement élémentaire, mais cela ne peut rien prouver contre l'exactitude possible de l'autre hypothèse.

La plus grande difficulté que j'aie rencontrée dans la rédaction de ce mémoire a été de savoir où m'arrêter; en effet, si j'aborde une théorie quelconque de la mécanique, les résultats connus se transforment en d'autres, beaucoup plus compliqués et sans utilité pratique, mais aussi sans contradiction. Fallait-il les rapporter tous, les coordonner entre eux et établir une mécanique complète? Ce serait une grande œuvre, mais le temps et le talent me font également défaut pour l'accomplir. Fallait-il, au contraire, les rapporter sans les coordonner? J'eusse écrit encore un gros volume peu intéressant.

J'ai adopté une autre marche. Je n'expose que des principes; au lecteur d'en faire l'application.

Je ne me suis écarté que deux fois de cette règle, savoir : dans la composition des mouvements et dans la dynamique des systèmes plans. Les détails que je donne sur la composition des mouvements ont pour but d'éviter que le lecteur perde son temps, comme cela m'est arrivé, à y chercher une contradiction, tandis qu'on n'y trouve, à chaque pas nouveau, que des vérifications nouvelles. La même raison s'applique à la dynamique des systèmes plans et de plus j'y pose les bases d'une théorie fort curieuse que je n'ai pu qu'ébaucher ici, mais que je voudrais voir traiter à fond et qui peut mener à des résultats inattendus. Peut-être y reviendrai-je un jour.

Dans le texte, je suppose au lecteur la connaissance, soit des deux mémoires de Lobatschewsky dont j'ai parlé plus haut (celui du *Journal de Crelle* jusqu'à la page 307 inclusivement), soit de ma démonstration des formules fondamentales, démonstration qui est résumée dans la première partie de ce mémoire. Celui qui désire posséder à fond la géométrie abstraite doit lire les travaux

de Lobatschewsky, mais s'il ne s'agit que d'être strictement à même de comprendre la partie mécanique, l'étude de ma démonstration suffit, et elle est notablement plus simple que celle de Lobatschewsky, parce qu'elle n'emploie que la géométrie et la cinématique planes.

Le lecteur peut considérer les déductions du géomètre russe et les miennes de deux manières différentes. D'après Gauss, Lobatschewsky, Bolyai, MM. Baltzer et Houël *, ces déductions peuvent constituer la géométrie véritable, et celle que nous employons ordinairement peut n'être qu'une géométrie expérimentale ou approximative; s'il était permis de citer un nom obscur après des noms illustres, je dirais que, jusqu'à preuve convaincante du contraire, je partage cette opinion; mais je n'entends en aucune manière l'imposer au lecteur. Libre à lui de considérer tous les résultats obtenus dans l'hypothèse nouvelle comme de simples jeux d'analyse qui, même avec cette portée restreinte, ne lui sembleront pas, j'espère, indignes de son attention. Tout ce que je lui demande, c'est d'entrer provisoirement, et pour le temps que durera la lecture du mémoire, dans l'idée de Lobatschewsky et dans la mienne, sauf à la rejeter après, s'il ne la trouve pas suffisamment étayée.

Mais si le lecteur refusait d'entrer, même provisoirement, dans cette idée; si, partageant une manière de voir qui est encore assez répandue parmi les géomètres **, il déclarait, *à priori*, impossible et absurde une hypothèse que Gauss a adoptée et maintenue pendant soixante ans, il ne me resterait qu'à le prier de s'arrêter ici et de ne pas continuer la lecture d'un mémoire qui ne renferme rien de compréhensible pour lui.

* Et peut-être bien d'autres, parmi lesquels je crois pouvoir citer encore Lejeune-Dirichlet, bien que j'aie quelques doutes sur son opinion. Je suis sûr qu'il s'occupait de la géométrie abstraite, mais je ne suis pas sûr qu'il l'ait considérée comme la véritable, ou comme aussi probable que la géométrie usitée.

** Il faut en excepter les géomètres allemands. En Allemagne les idées nouvelles ont déjà pénétré dans l'enseignement élémentaire. Voir Baltzer, DIE ELEMENTE DER MATHEMATIK, zweiter Band, zweite verbesserte Auflage, Leipzig, 1867, pp. III, IV, 13 à 17, 146, 147, 329.

PREMIÈRE PARTIE.

EXPOSÉ SOMMAIRE DE LA GÉOMÉTRIE ABSTRAITE *.

Voici comment j'établissais les bases de la géométrie abstraite avant de savoir que d'autres eussent déjà traité cette question :

1. *Trigonométrie cinématique.* — Je considère un point M animé à la fois de deux vitesses rectangulaires, v et v' **; soit u,

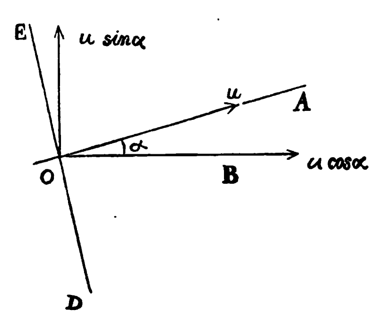
* Le lecteur qui connaît les deux mémoires de Lobatschewsky peut passer cette première partie.

** Un point a toujours dans l'espace absolu une vitesse unique; quand je dis, avec plusieurs auteurs, qu'il a deux vitesses simultanées, c'est par abréviation de langage; si un doute s'élevait à cet égard dans l'esprit du lecteur, il devrait se rappeler l'exemple de l'anneau qui glisse sur une tringle en même temps qu'il participe au mouvement de celle-ci, ou, mieux encore (surtout quand il s'agit de plus de deux vitesses), il devrait se représenter plusieurs feuilles de papier superposées (une de plus qu'il y a de mouvements à combiner) et admettre que chacune de ces feuilles pût glisser librement sur les feuilles inférieures sans les entraîner, mais en entraînant avec elle les feuilles supérieures. Le point ou le système plan dont on étudie le mouvement serait dessiné sur la feuille supérieure. On donnerait alors l'un des mouvements composants à chacune des feuilles, sauf la feuille inférieure qui représenterait le plan du fond ou l'espace absolu. La feuille supérieure aurait tous les mouvements à la fois et aussi un mouvement unique par rapport à la feuille inférieure fixe. Il faut, à la rigueur, en revenir à cette image chaque fois que, dans la suite, j'emploierai la composition ou la décomposition des mouvements dans un plan. C'est, je pense, le dernier degré d'évidence auquel cette notion primordiale puisse être portée, et il est bon d'observer que toutes les autres connaissances géométriques ou mécaniques n'y ajoutent rien, pas plus dans la science usitée que dans la science abstraite.

en direction et en grandeur, la vitesse unique qui doit nécessairement en résulter pour le point mobile : on pourra, réciproquement, décomposer la vitesse u suivant v et v'; et il est évident que ces deux quantités sont les seules composantes possibles de la vitesse u suivant les deux directions assignées; il est évident aussi que si l'on doublait u, ses composantes seraient doublées et, en général, que les composantes de ku suivant les directions assignées seraient kv et kv' (k étant un nombre entier); réciproquement, les composantes de $\frac{u}{k'}$ seraient $\frac{v}{k'}$ et $\frac{v'}{k'}$ et, en combinant ces deux résultats, on voit que les composantes de $\frac{ku}{k'}$ seraient $\frac{kv}{k'}$ et $\frac{kv'}{k'}$, k et k' étant entiers; du coefficient commensurable on passerait à l'incommensurable par un raisonnement connu; ainsi donc, quelle que soit la quantité k, la vitesse ku aurait pour composantes kv et kv' suivant les directions données. J'appellerai cosinus cinématique de l'angle α la quantité constante $\frac{v}{u}$ par laquelle il faut multiplier une vitesse quelconque ku dirigée suivant l'un des côtés de cet angle pour obtenir sa composante kv suivant l'autre côté, lorsque la seconde composante passe par le sommet de l'angle et qu'elle est perpendiculaire à la première.

J'appellerai sinus cinématique d'un angle le cosinus de son complément.

Je considère maintenant une vitesse u que je décompose en $u \cos \alpha$ * et $u \sin \alpha$, comme l'indique la figure; je puis, de même, remplacer $u \cos \alpha$ par $u \cos^2 \alpha$ suivant OA et $u \cos \alpha \sin \alpha$ suivant OD perpendiculaire à OA; puis $u \sin \alpha$ par $u \sin \alpha \cos \alpha$ suivant OE, prolongement de OD et $u \sin^2 \alpha$ suivant OA; les vitesses opposées suivant OD, OE se détruisent et celles qui sont dirigées suivant OA, devant



* Comme, dans cette partie, je n'emploierai pas d'autres lignes trigonométriques que les lignes trigonométriques cinématiques, je n'ai besoin d'aucune notation spéciale.

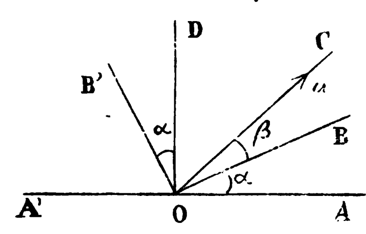
reproduire la vitesse primitive u, donnent

$$u \sin^2\alpha + u \cos^2\alpha = u,$$

ou

$$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1).$$

Je considère ensuite une vitesse u, dirigée suivant OC et je la décompose suivant OA et OD; les composantes seront $u \cos(\alpha + \beta)$ suivant OA et $u \sin(\alpha + \beta)$ suivant OD; mais si l'on commençait par décomposer u suivant OB et sa perpendiculaire OB', les composantes seraient $u \cos \beta$ et $u \sin \beta$; décomposant ensuite $u \cos \beta$ et $u \sin \beta$ suivant OA et OD, on aurait, suivant OA, la vitesse $u \cos \beta \cos \alpha - u \sin \beta \sin \alpha$ et, suivant OD, $u \cos \beta \sin \alpha + u \sin \beta \cos \alpha$, donc



$$u \sin(\alpha + \beta) = u \sin\alpha \cos\beta + u \sin\beta \cos\alpha,$$

ou

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin\alpha \cos\beta + \sin\beta \cos\alpha \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

et

$$u \cos(\alpha + \beta) = u \cos\alpha \cos\beta - u \sin\alpha \sin\beta$$

ou

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos\alpha \cos\beta - \sin\alpha \sin\beta. \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

Ces formules renferment en elles toutes les formules fondamentales de la trigonométrie, que l'on en déduirait sans difficulté; les lignes trigonométriques cinématiques, autres que les sinus et cosinus, seraient simplement considérées comme des fonctions de ces deux lignes; ainsi $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$, etc. Je me bornerai à remarquer qu'en faisant $\beta = \alpha$, on obtient

$$\sin 2\alpha = 2 \sin\alpha \cos\alpha \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

et

$$\cos 2\alpha = \cos^2\alpha - \sin^2\alpha = 1 - 2\sin^2\alpha. \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

On obtiendrait de même

$$\sin 3\alpha = \sin 2\alpha \cos\alpha + \sin\alpha \cos 2\alpha \quad \ldots\ldots\ldots$$
$$\sin m\alpha = \sin(m - 1)\alpha \cos\alpha + \sin\alpha \cos(m - 1)\alpha.$$

Si l'on suppose les angles α, 2α ..... $m\alpha$ infiniment petits, on sait, par la définition du cosinus cinématique, que $\cos\alpha$ .... $\cos m\alpha$ ne diffèrent de l'unité que d'un infiniment petit; et l'on voit même, par l'équation (5), que cet infiniment petit est du second ordre; donc les équations ci-dessus deviennent (pour α .... $m\alpha$ infiniment petits)

$$\sin 2\alpha = 2 \sin\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad .$$
$$\sin m\alpha = m \sin\alpha.$$

On aurait de même $\sin\frac{m}{n}\alpha = m \sin\frac{\alpha}{n}$ et $\sin\alpha = n \sin\frac{\alpha}{n}$, d'où $\sin\frac{m}{n}\alpha = \frac{m}{n}\sin\alpha$, m et n étant entiers, ou $\sin K\alpha = K\sin\alpha$, K étant commensurable; puis, par une extension légitime, $\sin K\alpha = K\sin\alpha$, quel que soit K, pourvu qu'il soit fini et que α soit infiniment petit. Je pose $\sin\alpha = \frac{\pi\alpha}{2}$ (6), α étant exprimé en fonction de l'angle droit, pris comme unité; j'aurai, dans l'infiniment petit, $\sin K\alpha = \frac{K\pi\alpha}{2} = \frac{\pi K\alpha}{2}$; ainsi la quantité π est une constante dans l'équation (6) et j'écrirai $\sin d\alpha = \frac{\pi\, d\alpha}{2}$ (7).

Partant de la relation $\sin 1^d = 1$, on pourrait, par l'équation

$$\sin 2\alpha = 2\sin\alpha\ \cos\alpha = 2\sin\alpha\sqrt{1 - \sin^2\alpha},$$

résolue par rapport à $\sin\alpha$, trouver $\sin 45^\circ$ et descendre, par la même formule, jusqu'à un angle très-petit. On trouverait ainsi, par approximation, $\pi = 3{,}1415926$.... J'observe encore que, du sinus très-petit que l'on aurait trouvé, on pourrait déduire le cosinus par la formule $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$, puis au moyen des formules $\sin(\alpha + \beta)$ et $\cos(\alpha + \beta)$ trouver les lignes trigonométriques d'une série d'angles formant une progression arithmétique dont la raison serait très-faible et construire, par conséquent, une table complète des lignes trigonométriques cinématiques. D'après les bases mêmes sur lesquelles repose cette construction de la table, il est évident qu'elle ne différerait en rien des tables construites d'après les définitions ordinaires des lignes trigonométriques.

2. *Différentiation et intégration des fonctions trigonométriques.* — On a

$$d \sin x = \sin(x + dx) - \sin x = \sin x \;\cos dx + \sin dx \;\cos x - \sin x$$

or $\cos dx$ ne diffère de l'unité que d'un infiniment petit du second ordre, et $\sin dx = \frac{\pi dx}{2}$, donc $d \sin x = \frac{\pi}{2} \cos x dx$.

$$d \cos x = \cos(x + dx) - \cos x = \cos x \cos dx - \sin x \sin dx - \cos x$$
$$= -\frac{\pi}{2} \sin x dx.$$

Réciproquement on a

$$\int \cos x dx = \frac{2}{\pi} \sin x, \quad \int \sin x dx = -\frac{2}{\pi} \cos x.$$

Les coefficients $\frac{\pi}{2}$ et $\frac{2}{\pi}$, que ne renferment pas les expressions ordinaires des différentielles et intégrales trigonométriques, proviennent de ce que je différentie et intègre des angles exprimés en angles droits et non des arcs exprimés en mètres.

3. *Relations entre les circonférences et les équidistantes.* — Une courbe est la trace d'un point qui glisse sur une droite mobile, qui est la tangente, pendant que cette droite tourne autour de lui. (Lamarle, *Exposé géométrique du calcul différentiel et intégral*, et *Démonstration du postulatum d'Euclide.*) [1].

L'équidistante d'une droite, appelée base, est une ligne située dans un plan passant par cette droite et dont tous les points en sont distants d'une même quantité appelée hauteur; la non-admission de l'axiome XI d'Euclide conduit à admettre que la ligne équidistante d'une droite est, non pas une droite, mais une courbe indéfinie et uniforme (Lamarle, second mémoire cité plus haut).

Je ne préjugerai point la question de savoir si l'équidistante est droite ou courbe.

[1] Le premier de ces travaux est inséré dans les *Mémoires couronnés et autres mémoires*, publiés par l'Académie royale de Belgique, collection in 8°, tomes XI et XV. Le second est inséré dans les *Bulletins* de la même Académie, tome XXIII, 1856.



J'appellerai *eq a* le rapport de la longueur d'une portion d'équidistante de hauteur *a* à sa base; ce rapport est indépendant de cette base.

J'appellerai angle de rotation de la tangente qui décrit une courbe l'angle total dont elle tourne pour passer d'une position déterminée à une autre; admettre que cet angle soit égal à celui des deux tangentes extrêmes serait admettre l'axiome XI sous une forme déguisée; c'est l'erreur de quelques auteurs qui n'ont examiné que superficiellement la difficulté dont je traite; c'est à peu près l'erreur commise par l'auteur de la démonstration critiquée avec raison par M. Lamarle à la page 3 d'un mémoire déjà cité *. Comme je n'aurai à considérer que des courbes uniformes, je pourrai admettre l'uniformité de vitesse de glissement pour le point décrivant, ainsi que l'uniformité de vitesse de rotation pour la tangente; alors cette vitesse de rotation déterminera l'angle décrit par la tangente en un temps donné. La vitesse angulaire de rotation est la vitesse qu'aurait un point situé à 1^{m} de distance du centre instantané.

Je considère une circonférence de rayon R, engendrée par le point A, glissant sur la tangente avec une vitesse v, tandis que cette tangente tourne autour du point de contact avec une vitesse angulaire ω. Si l'on imagine que la normale ou le rayon AO suive le mouvement de manière à rester toujours perpendiculaire à la tangente au point de contact, le centre O participera aux deux mouvements; or le glissement lui communiquerait une vitesse veqR, tandis que la rotation lui communiquerait, en sens inverse, une vitesse $\frac{\omega \operatorname{circ} R}{\operatorname{circ} 1}$.

Comme le point O est immobile, on doit avoir

$$v eq R = \omega \frac{\operatorname{circ} R}{\operatorname{circ} 1}, \text{ d'où } \frac{\omega}{v} = \frac{eq R \operatorname{circ} 1}{\operatorname{circ} R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8).$$

J'examine maintenant la marche du point C situé à une distance 2R du centre. Pour ce point, les deux vitesses sont les mêmes que pour le point O, mais elles s'ajoutent et comme,

* *Démonstration du postulatum d'Euclide.*

d'ailleurs, la vitesse totale du point C est $\frac{v \text{ circ } 2R}{\text{circ } R}$, on a

$$\frac{v \text{ circ } 2R}{\text{circ } R} = v\, eq\, R + \omega \frac{\text{circ } R}{\text{circ } 1}$$

$$\frac{\omega}{v} = \frac{\left(\frac{\text{circ } 2R}{\text{circ } R} - eqR\right) \text{circ } 1}{\text{circ } R} = \text{circ } 1 \left(\frac{\text{circ } 2R}{\text{circ}^2 R} - \frac{eq\, R}{\text{circ } R}\right). \quad (9).$$

Égalant les valeurs de $\frac{\omega}{v}$ données par les équations (8) et (9), on a

$$\frac{eqR}{\text{circ } R} = \frac{\text{circ } 2R}{\text{circ}^2 R} - \frac{eqR}{\text{circ } R}$$

$$eqR = \frac{\text{circ } 2R}{2 \text{ circ } R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10).$$

Remplaçant dans (8)

$$\frac{\omega}{v} = \frac{\text{circ } 2R \text{ circ } 1}{2 \text{ circ}^2 R} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11).$$

Je reprends l'équation (10) que je mets sous la forme

$$\text{circ } 2R = 2 \text{ circ } R\; eqR.$$

Pour chercher circ nR, il suffit de porter sur la normale à l'extérieur de la circonférence une distance $AC = (n-1)R$, et de faire mouvoir la normale AC comme précédemment; les deux vitesses du point C sont alors

$$veq(n-1)R \text{ et } \frac{\omega \text{ circ}(n-1)R}{\text{circ } 1};$$

d'ailleurs la vitesse totale est $\frac{v \text{ circ } nR}{\text{circ } R}$

d'où

$$\frac{v \text{ circ } nR}{\text{circ } R} = veq(n-1)R + \frac{\omega \text{ circ}(n-1)R}{\text{circ } 1}$$

$$\frac{\omega}{v} = \frac{\left[\frac{\text{circ } nR}{\text{circ } R} - eq(n-1)R\right] \text{circ } 1}{\text{circ}(n-1)R}$$

Comparant avec (11)

$$\frac{\text{circ}\, n\text{R}}{\text{circ R}} - eq(n-1)\text{R} = \frac{\text{circ}\,(n-1)\text{R}\ \text{circ}\,2\text{R}}{2\ \text{circ}^2\ \text{R}}$$

$$2\ \text{circ}\, n\text{R}\ \text{circ R} - 2\ \text{circ}^2\ \text{R}eq\,(n-1)\text{R} = \text{circ}\,(n-1)\text{R}\ \text{circ}\,2\text{R}$$

$$\text{circ}\, n\text{R} = \text{circ}\,(n-1)\text{R}\,\frac{\text{circ}\,2\text{R}}{2\,\text{circ R}} + \text{circ R}\ eq\,(n-1)\,\text{R}.$$

et, d'après l'équation (10)

$$\text{circ}\, n\text{R} = \text{circ}\,(n-1)\text{R}\ eq\ \text{R} + \text{circ R}\ eq(n-1)\,\text{R}.$$

Donnant à n des valeurs successives

$$\text{circ}\,2\text{R} = 2\ \text{circ R}\ eq\ \text{R}$$

$$\text{circ}\,3\text{R} = \text{circ}\,2\text{R}\ eq\ \text{R} + \text{circ R}\ eq\ 2\text{R} = 2\ \text{circ R}\ eq^2\text{R} + \text{circ R}\ eq\,2\text{R}$$
$$= \text{circ R}\ (2\,eq^2\text{R} + eq\,2\text{R})$$

$$\text{circ}\,4\text{R} = \text{circ}\,3\text{R}\ eq\,\text{R} + \text{circ R}\,eq\,3\text{R} = \text{circ R}\,(2\ eq^3\ \text{R} + eq\ 2\text{R}\ eq\,\text{R})$$
$$+ \text{circ R}\,eq\,3\text{R} = \text{circ R}\,(2\,eq^3\ \text{R} + eq\,2\text{R}\ eq\,\text{R} + eq\ 3\text{R})$$

et, par une loi évidente,

$$\text{circ}\, n\text{R} = \text{circ R}\,\left(2\ eq^{n-1}\,\text{R} + eq\ 2\text{R}\ eq^{n-3}\,\text{R} + \ldots\ldots + eq\,(n-1)\,\text{R}\right).$$

Si maintenant on passe à la limite en supposant R, 2R ...... nR infiniment petits, les quantités eq R, eq 2R, ... eq $(n-1)$ R ne diffèrent de l'unité que d'un infiniment petit rélatif, et l'on a

$$\text{circ}\,2\text{R} = 2\ \text{circ R}$$
$$\text{circ}\,3\text{R} = 3\ \text{circ R}\ \ \ldots\ldots\ldots$$
$$\text{circ}\, n\text{R} = n\ \text{circ R}.$$

On aurait de même (toujours dans l'infiniment petit, c'est-à-dire à la limite),

$$\text{circ R} = n\ \text{circ}\,\frac{\text{R}}{n}$$

et

$$\text{circ}\,\frac{m}{n}\,\text{R} = m\ \text{circ}\,\frac{\text{R}}{n},$$

d'où

$$\text{circ}\,\frac{m}{n}\,\text{R} = \frac{m}{n}\,\text{circ R},$$

m et n étant des nombres entiers; enfin on passerait de la quantité commensurable $\frac{m}{n}$ à une quantité quelconque par un raisonnement connu. On a donc en général, mais à la limite seulement circ KR $=$ K circ R, quel que soit K. Si donc pour une valeur particulière de R, on pose circ R $= 2\pi'$R, on aura circ KR $= 2\pi'$KR; cette quantité π' est donc une constante, quel que soit le rayon; mais pour bien rappeler que mes raisonnements ne sont applicables que dans l'infiniment petit, j'écrirai circ dR $= 2\pi' d$R (12). π' est une quantité inconnue, mais déterminée et finie. S'il restait quelque doute à cet égard, je le lèverais en faisant observer, d'abord, que π' est plus grand que 3; en effet si, dans une circonférence, on inscrit un hexagone régulier, et si l'on forme six triangles isocèles en joignant ses sommets au centre, les angles au centre valent $^2/_3$ d'angle droit, donc les angles à la base des triangles isocèles valent tout au plus $^2/_3$ d'angles droits (car on sait que la somme des angles d'un triangle ne peut dépasser 2^D; la difficulté ne consiste qu'à savoir si elle doit atteindre cette valeur), donc le côté de l'hexagone vaut au moins le rayon, donc toute circonférence vaut au moins 6 fois son rayon et π' vaut au moins 3.

Pour trouver maintenant une limite supérieure de π', je trace une circonférence de rayon R, et j'appelle 2K son rapport au rayon, rapport nécessairement fini, puisqu'il est déterminé. On aura $\pi' \gtrless$ K. En effet

(1°) $\quad 2\text{KR} = \text{circ R}$

(2°) $\quad \dfrac{\text{circ R}}{2\ \text{circ}\ \frac{\text{R}}{2}} = eq\,\dfrac{\text{R}}{2}$ (équation 10.)

(3°) $\quad \dfrac{\text{circ}\ \frac{\text{R}}{2}}{2\ \text{circ}\ \frac{\text{R}}{4}} = eq\,\dfrac{\text{R}}{4}$ . . . .

($n+1°$) $\quad \dfrac{\text{circ}\ 2d\text{R}}{2\ \text{circ}\ d\text{R}} = eq\,d\text{R}$ (le rang $n+1$ de l'équation suppose $d\text{R} = \frac{\text{R}}{2^n}$)

($n+2°$) $\quad \text{circ}\ d\text{R} = 2\pi'\,d\text{R}$

d'où, par multiplication,

$$\frac{2\mathrm{KR}\ \mathrm{circ}\ \mathrm{R}}{2^{n}} = 2\pi' d\mathrm{R}\ \mathrm{circ}\ \mathrm{R}\left(eq\frac{\mathrm{R}}{2}\,eq\frac{\mathrm{R}}{4}\ \ldots\ldots\ eq\,d\mathrm{R}\right)$$

et comme $d\mathrm{R} = \frac{\mathrm{R}}{2^{n}}$,

$$\mathrm{K} = \pi'\,eq\frac{\mathrm{R}}{2}\ eq\frac{\mathrm{R}}{4}\ \ldots\ldots\ eq\,d\mathrm{R}$$

ou

$$\pi' = \frac{\mathrm{K}}{eq\frac{\mathrm{R}}{2}\ eq\frac{\mathrm{R}}{4}\ \ldots\ldots\ eq\,d\mathrm{R}}.$$

Mais toute portion de ligne équidistante est au moins égale à sa base, puisque la perpendiculaire commune est la plus courte distance de deux droites (Lamarle, *Dém. du post. d'Euclide,* p. 8), donc le dénominateur du second membre vaut au moins 1 et π' ne peut dépasser K; π' est donc bien une quantité finie et déterminée, quoique inconnue. Si l'on pouvait déterminer π' approximativement par des opérations mécaniques, on trouverait $\pi' = 3{,}1415926\ldots$ ce qui ferait présumer que $\pi' = \pi$. Je n'aurai pas à me servir de cette propriété qui est démontrée plus loin.

Une équidistante dont la hauteur est infiniment petite ne peut différer de sa base que d'un infiniment petit du second ordre, c'est-à-dire d'une quantité infiniment petite par rapport à la hauteur.

Soit A′B′ une équidistante dont AB est la base et AA′ la hauteur; j'appelle v' la vitesse de son point décrivant; ω' la vitesse angulaire de rotation de sa tangente (les accents ont pour but de distinguer les équations que je vais trouver des équations (8) à (11) relatives à la circonférence). Si l'on imagine que la normale AA′ suive le mouvement de la tangente, le point A aura deux vitesses, savoir $v'\,eq\mathrm{AA}'$, vers la droite, provenant du glissement et $\frac{\omega'\ \mathrm{circ}\ \mathrm{AA}'}{\mathrm{circ}\ 1}$ vers la gauche, résultant de la rotation. Cette dernière valeur peut d'ailleurs s'écrire $\frac{2\pi'\ \omega'\mathrm{AA}'}{\mathrm{circ}\ 1}$ (12), AA′ étant supposé infiniment

petit. Mais la vitesse réelle de A est $\frac{v'}{eq\text{AA}'}$, donc

$$\frac{v'}{eq\text{AA}'} = v'eq\text{AA}' - \frac{2\pi'.\omega'.\text{AA}'}{\text{circ } 1}$$

$$v' = v'eq^2\text{AA}' - \frac{2\pi'\omega'\text{AA}'eq\text{AA}'}{\text{circ } 1}$$

$$v'(eq\text{AA}'+1)(eq\text{AA}'-1) = \frac{2\pi'\omega'\text{AA}'eq\text{AA}'}{\text{circ } 1}$$

et si l'on observe que eqAA′ diffère de 1 d'un infiniment petit seulement, il vient

$$eq\text{AA}' - 1 = \frac{\pi'\omega'.\text{AA}'}{v' \text{ circ } 1} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

Mais ω', vitesse de rotation de la tangente, est nulle quand AA′ = O et ne peut passer de cette valeur à une valeur finie que par tous les degrés intermédiaires; donc puisque AA′ est infiniment petit, c'est-à-dire aussi petit que l'on veut, ω' est lui-même infiniment petit et, par suite, eqAA′ ne diffère de 1 (ou A′B′ ne diffère de AB, AB étant une quantité finie) que d'une quantité infiniment petite, même par rapport à la hauteur.

Je vais résoudre encore la question suivante qui ne tardera pas à m'être utile : Étant données eqa et eqb, calculer $eq(a+b)$.

B

b

C

a

A

Si l'on imagine que le point C décrive l'équidistante a de la manière connue, les points A et B de la normale décriront, l'un la base, l'autre l'équidistante $a+b$ et, si φ est l'angle total dont la tangente tourne, on aura

$$eq(a+b) = eqa\, eqb + \frac{\varphi}{4^d} \text{circ } b \quad \ldots\ldots \quad (14)$$

$$1 = eq^2a - \frac{\varphi}{4^d} \text{circ } a \quad \ldots\ldots \quad (15)$$

L'élimination de $\frac{\varphi}{4^d}$ donne

$$eq(a+b) = eqa\, eqb + \frac{\text{circ } b}{\text{circ } a}(eq^2a - 1)$$

Remplaçant a par b et réciproquement, on a

$$eq(a+b) = eqa\, eqb + \frac{\text{circ } a}{\text{circ } b}(eq^2b - 1)$$

et l'élimination de $\frac{\text{circ}\, b}{\text{circ}\, a}$ donne enfin

$$eq(a+b) = eqa\, eqb + \sqrt{(eq^2a - 1)(eq^2b - 1)}$$

Si, comme cas particulier, on fait $a = b$, il vient

$$eq\, 2a = eq^2a + eq^2a - 1 = 2eq^2a - 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

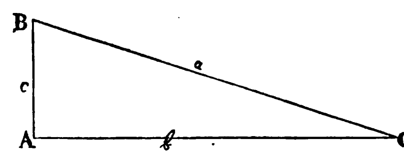
Remplaçant $eq\, 2a$ et eqa par leurs valeurs tirées de l'équation (10), il vient

$$\frac{\text{circ}\, 4a}{2\, \text{circ}\, 2a} = 2\left(\frac{\text{circ}\, 2a}{2\, \text{circ}\, a}\right)^2 - 1$$

ou

$$\frac{\text{circ}\, 4a}{\text{circ}\, 2a} = \left(\frac{\text{circ}\, 2a}{\text{circ}\, a}\right)^2 - 2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

4. *Propriétés cinématiques des triangles rectangles.* — Je considère un triangle rectangle ABC et j'imagine que ce triangle tourne autour du point C avec une vitesse angulaire ω; la vitesse absolue du point A sera $\frac{\omega\, \text{circ}\, b}{\text{circ}\, 1}$ et sera dirigée suivant AB; la vitesse absolue du point B sera $\frac{\omega\, \text{circ}\, a}{\text{circ}\, 1}$ et sa composante suivant AB sera $\frac{\omega\, \text{circ}\, a}{\text{circ}\, 1}$ sin B; comme la ligne AB doit conserver sa longueur *, on doit avoir



$$\frac{\omega\, \text{circ}\, b}{\text{circ}\, 1} = \frac{\omega\, \text{circ}\, a}{\text{circ}\, 1} \sin B$$

ou

$$\text{circ}\, b = \text{circ}\, a \sin B$$

Ainsi, dans tout triangle rectangle, la circonférence décrite avec un côté de l'angle droit comme rayon, est égale à la circonférence décrite avec l'hypothénuse multipliée par le sinus de l'angle opposé.

* Lorsqu'une droite rigide se meut, les composantes des vitesses de deux quelconques de ses points, suivant cette droite, doivent être égales, sinon, en donnant au système un double mouvement de glissement et de transport, de manière à arrêter l'un des points, l'autre n'aurait pas sa vitesse totale dirigée perpendiculairement à la droite, ce qui est absurde.

Je reprends maintenant mon triangle et je le fais glisser, le long de sa base AC, de manière à ce que tous les points de cette base aient la même vitesse v. La vitesse absolue du point C étant v, sa composante suivant BC sera $v \cos C$; la vitesse absolue du point B sera $v\, eq\, c$, et sa composante suivant BC sera $v\, eq\, c \sin B$; l'invariabilité de la longueur de BC donne

$$v \cos C = v eqc \sin B$$

$$eqc = \frac{\cos C}{\sin B}$$

Ainsi, dans tout triangle rectangle, l'équidistante d'un côté de l'angle droit est égale au cosinus de l'angle opposé divisé par le sinus de l'angle adjacent.

Pour trouver aisément deux autres propriétés du triangle rectangle, j'abaisse du sommet de l'angle droit la perpendiculaire AD sur l'hypothénuse, j'aurai

$$eq\, AD = \frac{\cos B}{\sin \alpha} = \frac{\cos C}{\cos \alpha}, \text{ d'où}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\cos B}{\cos C}, \quad \cos \alpha = \frac{\cos C}{\sqrt{\cos^2 B + \cos^2 C}}, \quad \sin \alpha = \frac{\cos B}{\sqrt{\cos^2 B + \cos^2 C}}$$

A

α

C D B

Donc

$$eq\, BD = \frac{\cos \alpha}{\sin B} = \frac{\cos C}{\sin B \sqrt{\cos^2 B + \cos^2 C}}$$

$$eq\, DC = \frac{\sin \alpha}{\sin C} = \frac{\cos B}{\sin C \sqrt{\cos^2 B + \cos^2 C}}$$

et

$$eq\, a = eq\,(BD + DC) = (16)\ eq\, BD\, eq\, DC + \sqrt{(eq^2 BD - 1)\ (eq^2 DC - 1)}$$

$$= \frac{\cos B \cos C}{\sin B \sin C (\cos^2 B + \cos^2 C)}$$

$$+ \sqrt{\left[\frac{\cos^2 C}{\sin^2 B (\cos^2 B + \cos^2 C)} - 1\right]\left[\frac{\cos^2 B}{\sin^2 C\ (\cos^2 B + \cos^2 C)} - 1\right]}$$

$$= \frac{\cos B \cos C \left(1 + \sqrt{(\cos^2 B + \cos^2 C - 1)^2}\right)}{\sin B \sin C (\cos^2 B + \cos^2 C)} = \cot B \cot C.$$

Pour éviter toute discussion sur le signe du radical, il suffit de remarquer qu'il était positif dans la première équation d'où j'ai déduit toutes les autres et que la quantité $\cos^2 B + \cos^2 C - 1$ ne peut être négative.

Ainsi, dans tout triangle rectangle, l'équidistante de l'hypothénuse est égale au produit des cotangentes des angles aigus.

On peut écrire aussi

$$eqa = \cot B \cot C = \frac{\cos B}{\sin B} \cdot \frac{\cos C}{\sin C} = \frac{\cos B}{\sin C} \cdot \frac{\cos C}{\sin B} = eqb\, eqc.$$

Ainsi, dans tout triangle rectangle, l'équidistante de l'hypothénuse est égale au produit des équidistantes des deux autres côtés, fait que j'eusse pu démontrer directement, mais par des considérations empruntées à la géométrie de l'espace.

En effet, si l'on fait mouvoir le plan du triangle donné de manière à ce qu'il reste toujours perpendiculaire au plan du papier, sur lequel il s'appuie par la droite BA, que le point B décrive une ligne droite et que BA reste toujours perpendiculaire à cette droite, si la vitesse du point B est v, celle du point A sera $v\, eqc$ et celle du point C sera $v\, eqc\, eqb$, mais BC étant toujours perpendiculaire à la droite que décrit le point B, et dans le même plan, la vitesse du point C est aussi $v\, eqa$; donc $eqa = eqb\, eqc$. Je développerais davantage cette démonstration si elle était indispensable, mais comme elle ne l'est pas, je me bornerai à faire remarquer que les théorèmes du Ve livre sur lesquels elle se base n'ont rien de commun avec l'axiome XI d'Euclide.

5. *Différentielle de la circonférence.* — Si l'on imagine qu'une normale, de longueur dR, suive le mouvement de la tangente qui décrit la circonférence R, l'extrémité de cette normale décrira la circonférence R $+ d$R et, comme la partie décrite par translation ne différera de circ R que d'un infiniment petit relatif à dR (13), la différentielle de circ R se composera uniquement de la partie décrite par rotation, et l'on aura

$$d \operatorname{circ} R = 2\pi' dR \frac{\varphi}{4^d}$$

φ étant l'angle dont la tangente tourne pour un tour complet du rayon; mais, la vitesse angulaire étant ω et la durée d'un tour complet étant $\frac{\text{circ R}}{v}$, l'arc décrit sur la circonférence 1 est $\frac{\text{circ R}.\,\omega}{v}$ et l'angle φ est donné par

$$\varphi : \frac{\omega \text{ circ R}}{v} = 4^d : \text{circ } 1$$

$$\varphi = 4\,\frac{\text{circ R}}{\text{circ } 1}.\frac{\omega}{v}.$$

Mais (11)

$$\frac{\omega}{v} = \frac{\text{circ 2R circ } 1}{2 \text{ circ}^2\text{R}},$$

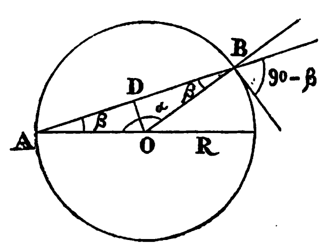
d'où

$$\varphi = 4\,\frac{\text{circ R}}{\text{circ } 1}\,\frac{\text{circ 2R circ } 1}{2 \text{ circ}^2\text{R}} = \frac{2 \text{ circ 2R}}{\text{circ R}}$$

et

$$d \text{ circ R} = 2\pi' d\text{R}\,\frac{\text{circ 2R}}{2 \text{ circ R}} = \pi' d\text{R}\,\frac{\text{circ 2R}}{\text{circ R}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

6. *Génération de la circonférence par rotation et glissement.*— J'imagine qu'une circonférence de rayon R soit engendrée par le point B, tournant autour du point A, en même temps qu'il glisse sur AB. Soit α l'angle variable AOB; β l'angle variable BAO; ρ la distance variable AB. Quand l'angle α augmente de $d\alpha$, le point B avance, sur la circonférence, de $\frac{d\alpha}{4d}$ circ R et la variation de AB ou ρ sera la composante de cette valeur dans la direction AB; donc $d\rho = \frac{d\alpha}{4}$ circ R sin β *.



* Adoptant la notion des différentielles de M. Lamarle (*Exposé géométrique du calcul différentiel et intégral*), il faudrait dire : l'angle α augmentant avec une vitesse $d\alpha$, la vitesse du point B sur la circonférence est $\frac{d\alpha}{4}$ circ R et la composante de cette vitesse dans la direction AB ou la vitesse avec laquelle le point B décrit AB, c'est-à-dire $d\rho$, est $\frac{d\alpha}{4}$ circ R sin β.

Mais le triangle AOD donne $eq\mathrm{R} = \cot\beta \cot\frac{\alpha}{2}$. Pour simplifier, je poserai $eq\mathrm{R} = \mathrm{R}'$; alors $\mathrm{R}' = \cot\beta \cot\frac{\alpha}{2}$

$$\cot\beta = \frac{\mathrm{R}'}{\cot\frac{\alpha}{2}} = \mathrm{R}' \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}; \ \sin\beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \mathrm{R}'^2 \operatorname{tg}^2\frac{\alpha}{2}}}$$

$$d\rho = \frac{d\alpha \operatorname{circ} \mathrm{R}}{4\sqrt{1 + \mathrm{R}'^2 \operatorname{tg}^2\frac{\alpha}{2}}} = \frac{\operatorname{circ} \mathrm{R}}{2} \frac{d\frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1 + \mathrm{R}'^2 \operatorname{tg}^2\frac{\alpha}{2}}}.$$

L'intégrale générale de cette équation (*voir* n° 2 *la différentiation et l'intégration des fonctions trigonométriques*), est

$$\rho = \frac{\operatorname{circ} \mathrm{R}}{2}.\left[\frac{2}{\pi\sqrt{\mathrm{R}'^2 - 1}} \log\left(\sqrt{1 + (\mathrm{R}'^2 - 1)\sin^2\frac{\alpha}{2}} + \sqrt{\mathrm{R}'^2 - 1}\sin\frac{\alpha}{2}\right)\right] + \text{constante}$$

et, si l'on intègre entre $\frac{\alpha}{2} = 0$ et $\frac{\alpha}{2} = 1^d$, il vient

$$2\mathrm{R} = \frac{\operatorname{circ} \mathrm{R}}{\pi\sqrt{\mathrm{R}'^2 - 1}} \log\left(\mathrm{R}' + \sqrt{\mathrm{R}'^2 - 1}\right) \quad . \ . \ . \quad (20)$$

7. *Valeur de* $\frac{\operatorname{circ} 2\mathrm{R}}{\operatorname{circ} \mathrm{R}}$. Dans l'hypothèse de celui qui nie l'axiome XI d'Euclide et ses conséquences, on peut poser

$$\frac{\operatorname{circ} 2\mathrm{R}}{\operatorname{circ} \mathrm{R}} = 2\sqrt{1 + \frac{\operatorname{circ}^2 \mathrm{R}}{\mathrm{M}^2}}, \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (21)$$

et M est alors une quantité finie, déterminable pour chaque valeur de R, car si M était infini, on aurait $\frac{\operatorname{circ} 2\mathrm{R}}{\operatorname{circ} \mathrm{R}} = 2$ et l'on en déduirait aisément une démonstration de cet axiome; il serait absurde d'ailleurs de supposer M infiniment petit; mais je dis, de plus, que cette valeur de M est constante, quelque soit R, car je tire de l'équation (21)

$$1 + \frac{\operatorname{circ}^2 \mathrm{R}}{\mathrm{M}^2} = \frac{\operatorname{circ}^2 2\mathrm{R}}{4 \operatorname{circ}^2 \mathrm{R}}$$

$$\mathrm{M}^2 = \frac{4 \operatorname{circ}^4 \mathrm{R}}{\operatorname{circ}^2 2\mathrm{R} - 4 \operatorname{circ}^2 \mathrm{R}}$$

Si l'on différentie M^2, en se servant de la formule (19) et si l'on tient compte de l'équation (18), le numérateur de la différentielle s'annule; il n'en est pas de même du dénominateur

$$(\text{circ}^2\, 2R - 4\,\text{circ}^2\, R)^2$$

puisque l'on n'admet, pour aucune valeur de R, la relation $\frac{\text{circ}\, 2R}{\text{circ}\, R} = 2$, donc la différentielle est nulle et l'équation (21) est vraie pour toutes les circonférences, M étant une constante finie et déterminée.

8. *Expressions de la circonférence et de l'équidistante en fonction du rayon et de la hauteur.* — De

$$\frac{\text{circ}\, 2R}{\text{circ}\, R} = 2\sqrt{1 + \frac{\text{circ}^2 R}{M^2}},$$

on tire

$$eqR \text{ ou } R' = \sqrt{1 + \frac{\text{circ}^2 R}{M^2}}$$

$$\sqrt{R'^2 - 1} = \frac{\text{circ}\, R}{M}$$

et la formule (20) devient

$$2R = \frac{M}{\pi} \log\left(\frac{\text{circ}\, R}{M} + \sqrt{1 + \frac{\text{circ}^2 R}{M^2}}\right)$$

$$\frac{2\pi R}{M} = \log\left(\frac{\text{circ}\, R}{M} + \sqrt{1 + \frac{\text{circ}^2 R}{M^2}}\right)$$

$$\frac{\text{circ}\, R}{M} + \sqrt{1 + \frac{\text{circ}^2 R}{M^2}} = e^{\frac{2\pi R}{M}}$$

$$\frac{\text{circ}\, R}{M} = \frac{1}{2}\left(e^{\frac{2\pi R}{M}} - e^{\frac{-2\pi R}{M}}\right)$$

$$\text{circ}\, R = \frac{M}{2}\left(e^{\frac{2\pi R}{M}} - e^{\frac{-2\pi R}{M}}\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (22)$$

D'après cela l'équation (10) devient

$$eqR = \frac{\text{circ}\, 2R}{2\text{circ}\, R} = \frac{\frac{M}{2}\left(e^{\frac{4\pi R}{M}} - e^{\frac{-4\pi R}{M}}\right)}{2\frac{M}{2}\left(e^{\frac{2\pi R}{M}} - e^{\frac{-2\pi R}{M}}\right)} = \frac{1}{2}\left(e^{\frac{2\pi R}{M}} + e^{\frac{-2\pi R}{M}}\right) \quad . \; . \quad (23)$$

9. *Formules fondamentales de la géométrie abstraite.* — Je considère maintenant un triangle rectangle PQR, dont R est l'angle droit; on a, d'après les énoncés cinématiques du n° 4,

$$eqr = eqp\ eqq$$
$$eqr = \cot P \cot Q$$
$$\text{circ}\, p = \text{circ}\, r \sin P$$

et, d'après les équations (22) et (23)

$$\frac{1}{2}\left(e^{\frac{2\pi r}{M}}+e^{\frac{-2\pi r}{M}}\right)=\frac{1}{4}\left(e^{\frac{2\pi p}{M}}+e^{\frac{-2\pi p}{M}}\right)\left(e^{\frac{2\pi q}{M}}+e^{\frac{-2\pi q}{M}}\right)$$
$$\frac{1}{2}\left(e^{\frac{2\pi r}{M}}+e^{\frac{-2\pi r}{M}}\right)=\cot P \cot Q$$
$$\frac{M}{2}\left(e^{\frac{2\pi p}{M}}-e^{\frac{-2\pi p}{M}}\right)=\frac{M}{2}\left(e^{\frac{2\pi r}{M}}-e^{\frac{-2\pi r}{M}}\right)\sin P.$$

En faisant disparaître partout les exposants négatifs, on trouve aisément

$$\frac{2e^{\frac{2\pi r}{M}}}{e^{\frac{4\pi r}{M}}+1}=\frac{2e^{\frac{2\pi p}{M}}}{e^{\frac{4\pi p}{M}}+1}\cdot\frac{2e^{\frac{2\pi q}{M}}}{e^{\frac{4\pi q}{M}}+1}$$
$$\frac{2e^{\frac{2\pi r}{M}}}{e^{\frac{4\pi r}{M}}+1}=\operatorname{tg} P \operatorname{tg} Q$$
$$\frac{2e^{\frac{2\pi r}{M}}}{e^{\frac{4\pi r}{M}}-1}=\frac{2e^{\frac{2\pi p}{M}}}{e^{\frac{4\pi p}{M}}-1}\sin P$$

et si l'on prend pour unité de longueur $\frac{M}{2\pi}$, ces équations se réduisent à

$$\left.\begin{aligned}\frac{2e^r}{e^{2r}+1}&=\frac{2e^p}{e^{2p}+1}\ \frac{2e^q}{e^{2q}+1}\\ \frac{2e^r}{e^{2r}+1}&=\operatorname{tg} P \operatorname{tg} Q\\ \frac{2e^r}{e^{2r}-1}&=\frac{2e^p}{e^{2p}-1}\sin P\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ (24)$$

Je suppose maintenant, avec Lobatschewsky *, qu'une longueur a soit liée à un angle aigu a' par les équations identiques

$$\sin a' = \frac{2e^a}{e^{2a}+1} \qquad \operatorname{tg} a' = \frac{2e^a}{e^{2a}-1},$$

et je continue de même à accentuer une lettre pour désigner un angle qui en dépend de la même manière que a' dépend de a. Les formules (24) deviennent

$$\sin r' = \sin p' \sin q'$$
$$\sin r' = \operatorname{tg} P \operatorname{tg} Q$$
$$\operatorname{tg} r' = \operatorname{tg} p' \sin P.$$

Ce sont les équations fondamentales que Lobatschewsky pose sans les démontrer (*Journal de Crelle,* 1837, page 296) et qu'il démontre dans l'autre mémoire (traduit par M. Houël), mais en s'appuyant sur des considérations empruntées à la géométrie de l'espace et sur l'étude d'une surface nouvelle (l'horisphère), tandis que, dans ce qui précède, on n'emploie que la géométrie et la cinématique planes.

On peut observer de plus que les propriétés cinématiques des triangles rectangles, combinées avec les formules qui donnent circ R et *eq* R, présentent les résultats généraux de la géométrie abstraite sous une forme très-facile à retenir et à appliquer. Ces deux dernières formules elles-mêmes deviennent

$$\operatorname{circ} R = \pi\,(e^R - e^{-R})$$

et

$$eq\,R = \tfrac{1}{2}\,(e^R + e^{-R}),$$

par suite de l'hypothèse faite sur l'unité de mesure.

10. *Sur les aires planes.* — Dans ce paragraphe, dont le contenu n'est indispensable ni à l'intelligence, ni à l'exactitude du

* Avant de connaître ses travaux, je laissais ces équations sous la forme obtenue au n° 4, qui est plus simple et plus facile à retenir, et je ne les combinais pas avec les équations (22) et (23), très-faciles aussi à retenir séparément.

reste, je me borne à donner le résumé des raisonnements, en priant le lecteur de les compléter.

J'appellerai aire équidistante, l'aire comprise entre une portion de ligne équidistante, sa base et les deux hauteurs qui la limitent; j'appellerai bande infiniment mince l'aire comprise entre une courbe quelconque, deux normales infiniment petites et la courbe équidistante de la courbe donnée, joignant les extrémités des deux normales. L'équidistance doit toujours être comptée sur les normales. On mène celle-ci du côté convexe de la courbe dont on veut obtenir l'équidistante.

Je ne m'occupe, dans ce qui suit, que de courbes convexes. D'abord il est évident que toute bande infiniment mince est équivalente à l'aire équidistante de même base et de même hauteur, car si l'on imagine qu'une tangente décrive la base de la bande, par translation et rotation, la normale décrira, en même temps, la bande; mais la partie décrite par translation est rigoureusement égale à l'aire équidistante qui a une base équivalente et même hauteur, et la partie décrite par rotation n'est qu'un multiple déterminé du cercle qui aurait la hauteur pour rayon; cette seconde partie s'annule vis-à-vis de la première et le théorème est démontré. Il en résulte que deux aires équidistantes de même base et à hauteurs infiniment petites sont entre elles comme leurs hauteurs, car si celles-ci sont dans le rapport de m à n, on divisera les aires équidistantes en m et n bandes infiniment minces par des équidistantes auxiliaires, passant par les points de division des hauteurs; mais toutes ces bandes infiniment minces sont équivalentes, car leurs bases ne diffèrent que d'un infiniment petit (et même du second ordre d'après l'équation (13), ce qui n'était pas nécessaire ici) et leurs hauteurs sont égales, donc les aires équidistantes seront entre elles comme leurs hauteurs. Le cas de commensurabilité implique, pour des raisons connues, celui d'incommensurabilité; ainsi deux aires équidistantes de même base et de hauteurs infiniment petites sont entre elles comme leurs hauteurs; d'ailleurs il est évident que deux aires équidistantes de même hauteurs sont entre elles comme leurs bases; donc deux aires équidistantes quelconques,

mais à hauteurs infiniment petites, sont entre elles comme les produits de leurs bases par leurs hauteurs.

Le choix d'une unité de surface convenable permet donc de dire qu'une aire équidistante et, par conséquent, une bande infiniment mince quelconque, a pour mesure le produit de sa base par sa hauteur. Il en résulte évidemment

$$d \text{ cercle R} = \text{circ R}d\text{R}$$

ou

$$\text{cercle R} = \int_0^{\text{R}} \text{circ R}d\text{R}$$

Mais on a (19)

$$d \text{ circ R} = 2\pi' \frac{\text{circ 2R}}{2 \text{ circ R}} d\text{R}$$

ou

$$2 \text{ circ R } d \text{ circ R} = 2\pi' \text{ circ 2R}d\text{R} = \pi' \text{ circ 2R}d(2\text{R})$$

équation différentielle dans laquelle les variables sont séparées et dont l'intégration entre les limites O et R (pour la variable R) donne $\text{circ}^2\text{R} = \pi'$ cercle 2R, cercle $2\text{R} = \frac{\text{circ}^2\text{R}}{\pi'}$ (25).

On pouvait prendre aussi la relation

$$\text{cercle R} = \int_0^{\text{R}} \text{circ R}d\text{R} = \pi \int_0^{\text{R}} d\text{R}\,(e^{\text{R}} - e^{-\text{R}}) = \pi\,(e^{\text{R}} + e^{-\text{R}} - 2)$$

$$= \pi \left(e^{\frac{\text{R}}{2}} - e^{-\frac{\text{R}}{2}}\right)^2 = \frac{\text{circ}^2 \frac{\text{R}}{2}}{\pi}$$

ou

$$\text{cercle 2R} = \frac{\text{circ}^2 \text{R}}{\pi}.$$

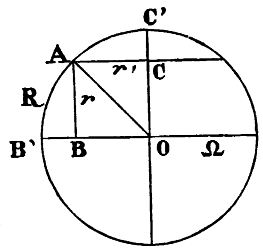
Ce résultat, comparé à l'équation (25), démontre que $\pi' = \pi$.

11. *Trigonométrie sphérique.* — Les énoncés cinématiques généraux renferment la trigonométrie sphérique aussi bien et plus complétement que la trigonométrie rectiligne, c'est-à-dire que la première reste la même que dans la science usitée.

Pour le prouver, je remarque d'abord que, jusqu'à l'équation (19), on ne s'est pas servi des propriétés spéciales du plan et que, par suite, les raisonnements sont entièrement applicables à la sphère (il suffit de les relire pour s'en convaincre), en remplaçant la droite par l'arc de grand cercle. Les énoncés cinématiques sont

donc établis pour les triangles sphériques rectangles. Mais que deviennent, sur la sphère, les quantités circ R et *eq* R, R étant le rayon ou la hauteur sphérique?

Pour le savoir, je considère, sur une sphère de rayon Ω, la circonférence de petit cercle ayant B pour centre, B′ pour pôle et R pour rayon sphérique *, elle aura r pour rayon rectiligne et, comme le triangle rectiligne rectangle AOB donne, par les énoncés cinématiques seuls, circ r = circ Ω sin $\frac{4R}{\text{circ }\Omega}$, on voit que la quantité circ R devra se remplacer par circ Ω sin $\frac{4R}{\text{circ }\Omega}$.



La quantité *eq* R est évidemment ici $\frac{\text{circ } r'}{\text{circ }\Omega}$, et comme

$$\text{circ } r' = \text{circ }\Omega \cos \frac{4R}{\text{circ }\Omega},$$

on voit que *eq* R doit se remplacer par cos $\frac{4R}{\text{circ }\Omega}$. Si l'on adopte, pour un moment, les conventions ordinaires de la trigonométrie sphérique, sin $\frac{4R}{\text{circ }\Omega}$ s'écrira simplement sin R, et cos $\frac{4R}{\text{circ }\Omega}$, cos R.

Alors circ R devra se remplacer par circ Ω sin R et *eq* R par cos R.

Cela posé, je considère un triangle sphérique rectangle ABC dont A soit l'angle droit. Les énoncés cinématiques généraux donnent

$$\text{circ } b = \text{circ } a \sin B$$

$$eq\, b = \frac{\cos B}{\sin C}$$

$$eq\, a = \cot B \cot C$$

$$eq\, a = eq\, b\; eq\, c$$

* Pour la première fois, j'emploie ici des notions géométriques postérieures à l'axiome XI, et même des notions de géométrie de l'espace. Il est facile, pour celui qui s'est occupé de la question, de distinguer quels sont les théorèmes qui subsistent indépendamment de toute hypothèse sur la théorie des parallèles; mais, en cas de doute à cet égard, on pourrait recourir au deuxième mémoire de Lobatschewsky (traduit par M. Houël), où cette distinction est nettement établie.

et, en remplaçant les équidistantes et les circonférences par leurs valeurs

$$\text{circ } \Omega \sin b = \text{circ } \Omega \sin a \sin B$$

ou

$$\sin b = \sin a \sin B \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$\cos b = \frac{\cos B}{\sin C} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

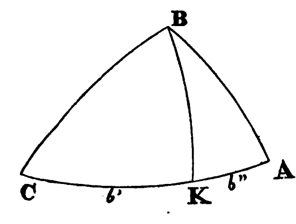
$$\cos a = \cot B \cot C \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

$$\cos a = \cos b \cos c \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

ce qui sont précisément 4 formules connues des triangles sphériques rectangles; pour montrer que toute la trigonométrie sphérique est contenue dans mes énoncés, il suffira de déduire des formules précédentes la formule fondamentale

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A.$$

Ici je me bornerai à indiquer la marche à suivre parce que les calculs n'offrent rien de difficile, ni, je pense, rien de nouveau.



Du point B on abaissera sur AC l'arc perpendiculaire BK qui divisera AC en deux arcs b' et b'', on calculera sin BK dans le triangle BKA par la formule (1); on en déduira cos BK; alors, dans le même triangle, on calculera $\cos b''$ par la formule (4); on en déduira $\sin b''$; on calculera $\cos b'$ en remarquant que $b' = b - b''$ et enfin on calculera $\cos a$ par la formule $\cos a = \cos b' \cos BK$ qui donnera pour résultat $\cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$. La démonstration se ferait sans plus de difficulté si le point K tombait en dehors de AC.

La trigonométrie sphérique est donc établie, et l'on peut en déduire que la géométrie de la surface sphérique, considérée isolément, reste la même dans la géométrie abstraite que dans la géométrie usitée.

12. *Aire de la sphère et des segments sphériques.* — L'équation obtenue au n° 10, cercle $2R = \frac{\text{circ}^2 R}{\pi}$, résulte aussi de raisonnements applicables à la sphère aussi bien qu'au plan et

signifie alors que toute calotte sphérique a pour mesure le carré de la circonférence de petit cercle moyenne, c'est-à-dire passant par le milieu du rayon sphérique, et ayant pour pôle celui de la calotte, divisé par la constante π.

Si l'on considère la sphère entière, il faut prendre pour 2R une demi-circonférence de grand cercle et on voit que la sphère de rayon Ω a pour mesure

$$\frac{\text{circ}^2 \,\Omega}{\pi} = \pi\left(e^{2\Omega} + e^{-2\Omega} - 2\right).$$

Par analogie avec ce qui précède, le volume de la sphère serait

$$\int_0^\Omega \text{surface}\,\Omega d\Omega = \pi \int_0^\Omega \left(e^{2\Omega} + e^{-2\Omega} - 2\right) d\Omega = \frac{\pi}{2}\left(e^{2\Omega} - e^{-2\Omega} - 4\Omega\right).$$

13. *Limite à laquelle s'arrète l'assimilation cinématique de la sphère au plan.* — On pourrait se demander, d'après le contenu des deux derniers numéros, si, en poussant plus loin cette assimilation cinématique de la sphère au plan, on n'arriverait pas, en suivant toujours les mêmes calculs, à établir aussi, sur la sphère, des formules analogues à celles que j'ai obtenues pour le plan et, par suite, des résultats différents de ceux de la géométrie ordinaire. Mais il n'en est rien, car les raisonnements ne sont communs à la sphère et au plan que jusqu'à l'équation différentielle

$$d\rho = \frac{\text{circ}\, R}{2} \frac{d\frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1 + R'^2 \,\text{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}} \quad \text{(page 22).}$$

On a dit que l'intégrale générale de cette équation est

$$\rho = \frac{\text{circ}\, R}{2}\left[\frac{2}{\pi\sqrt{R'^2 - 1}} \log\left(\sqrt{1 + (R'^2 - 1)\sin^2 \frac{\alpha}{2}} + \sqrt{R'^2 - 1}\sin\frac{\alpha}{2}\right)\right].$$

Mais elle a deux intégrales générales et l'autre est

$$\rho = \frac{\text{circ}\, R}{2} \frac{\text{angle sinus}\left(\sqrt{1 - R'^2}\sin\frac{\alpha}{2}\right)}{\sqrt{1 - R'^2}}.$$

Ce n'est pas à dire que la courbe des valeurs de $\frac{\alpha}{2}$ et de ρ puisse avoir deux équations, ce qui serait absurde, mais il faut remarquer que quand l'une des intégrales est réelle, l'autre est nécessairement imaginaire, vu les radicaux $\sqrt{R'^2-1}$, $\sqrt{1-R'^2}$; il faut donc choisir entre les deux. Dans un plan, on a nécessairement $R'=1$ ou $R'>1$; si $R'=1$, l'axiome XI d'Euclide est démontré et il est inutile d'aller plus loin ; si $R'>1$, c'est la première intégrale qui est réelle et c'est pourquoi je l'ai choisie au n° 6, sans en donner alors la raison.

Mais, sur une sphère, on a nécessairement $R'<1$ et alors c'est la seconde qui est réelle ; on a donc

$$\rho = \frac{\text{circ R}}{2}\,\frac{\text{angle sinus}\left(\sqrt{1-R'^2}\,\sin\frac{\alpha}{2}\right)}{\sqrt{1-R'^2}}$$

et, en prenant pour limites $\frac{\alpha}{2}=0$ et $\frac{\alpha}{2}=1^d$,

$$2R = \frac{\text{circ R}}{2}\,\frac{\text{angle sin}\sqrt{1-R'^2}}{\sqrt{1-R'^2}} \;\ldots\ldots\; (1).$$

On voit déjà que les conclusions ne seront plus les mêmes, mais il convient de poursuivre cette étude.

Au n° 7, j'ai posé l'équation

$$\frac{\text{circ 2R}}{\text{circ R}} = 2\sqrt{1+\frac{\text{circ}^2\text{R}}{M^2}},$$

mais puisque, sur la sphère, $\frac{\text{circ 2R}}{2\,\text{circ R}} = eq\text{R} < 1$, je dois changer le signe du second terme et poser

$$\frac{\text{circ 2R}}{\text{circ R}} = 2\sqrt{1-\frac{\text{circ}^2\text{R}}{M^2}} \;\ldots\ldots\; (2),$$

il n'y a, d'ailleurs, aucun doute que M soit encore constant, car cette équation ne diffère de la précédente qu'en ce que $\frac{1}{M^2}$ y est remplacé par $-\frac{1}{M^2}$; donc, puisque $\frac{1}{M^2}$ était constant pour le plan, $-\frac{1}{M^2}$ le sera pour la sphère et par conséquent M.

Je vérifie d'abord l'équation (1). Elle donne

$$\text{angle sin}\sqrt{1-R'^2}=\frac{4R\sqrt{1-R'^2}}{\text{circ R}}$$

$$\sin\frac{4R\sqrt{1-R'^2}}{\text{circ R}}=\sqrt{1-R'^2},$$

et, en remplaçant circ R par sa valeur circ $\Omega \sin\frac{4R}{\text{circ}\,\Omega}$, et eqR par $\cos\frac{4R}{\text{circ}\,\Omega}$, il vient

$$\sin\left(\frac{4R\sin\frac{4R}{\text{circ}\,\Omega}}{\text{circ}\,\Omega\sin\frac{4R}{\text{circ}\,\Omega}}\right)=\sin\frac{4R}{\text{circ}\,\Omega},$$

ce qui est une identité.

Je vérifie maintenant l'équation (2). Pour cela je remplace aussi circ R et $\frac{\text{circ}\,2R}{2\,\text{circ R}}$ ou eqR par leurs valeurs; il vient

$$\cos\frac{4R}{\text{circ}\,\Omega}=\sqrt{1-\frac{\text{circ}^2\,\Omega}{M^2}\sin^2\frac{4R}{\text{circ}\,\Omega}},$$

ce qui démontre simplement que $M = \text{circ}\,\Omega$.

Les équations (1) et (2) se réduisant alors à des identités, il est impossible que, de leur combinaison, résulte aucune espèce de contradiction.

Je remarquerai encore, à propos de l'assimilation cinématique de la sphère au plan, que, dans les n^{os} précédents, certains calculs ne sont effectués que pour le plan et que leurs détails changent, pour la sphère, sans que les résultats se modifient; c'est ainsi que dans le théorème de la page 16, les deux vitesses du point A s'ajoutent pour la sphère au lieu de se retrancher, et l'équation (13) devient par conséquent

$$1-eq\,AA'=\frac{\pi'\,\omega'\,AA'}{v'\,\text{circ}\,1},$$

ce qui ne change rien aux conclusions.

De même, dans le problème de la page 17, le signe + de l'équation (14) se change en — quand on considère la sphère, et

le signe — de l'équation (15) se change en + ; au lieu d'éliminer $\frac{\varphi}{4}$, on élimine $-\frac{\varphi}{4}$ et les calculs redeviennent communs jusqu'à l'équation (16) dans laquelle il faut choisir le signe — pour le radical, vu l'équation (14). On a donc

$$eq\,(a + b) = eq\,a\,eq\,b - \sqrt{(1 - eq^2\,a)\,(1 - eq^2\,b)}.$$

Faisant $a = b$, on retrouve les équations (17) et (18) sans modifications.

Si l'on se sert de la formule (16) modifiée dans la démonstration du 3me énoncé cinématique, le résultat ne change pas non plus, car alors c'est $1 - \cos^2 B - \cos^2 C$ qui est positif.

On voit aussi que la démonstration analytique du 4me énoncé est préférable à la démonstration géométrique qui la suit et qui ne s'applique pas à la sphère.

Une autre considération à laquelle il faudra avoir égard, si l'on veut que les formules soient tout à fait générales, c'est que, sur la sphère, les circonférences ayant un rayon sphérique compris entre 2 et 4 quadrants, 6 et 8 quadrants, etc., doivent être considérées comme négatives, ainsi que les équidistantes dont les hauteurs sont comprises entre 1 et 3 quadrants, 5 et 7 quadrants, etc.

14. *Lignes et surfaces uniformes. — Horicycle et horisphère* *. — Dans un plan, les lignes uniformes sont la ligne droite, les équidistantes et les circonférences. L'équidistante ayant une hauteur infinie coïncide avec la circonférence ayant un rayon infini et prend le nom d'horicycle (cette coïncidence est démontrée dans la deuxième partie).

Dans l'espace, les surfaces uniformes sont le plan, la sphère et les surfaces équidistantes d'un plan.

La surface équidistante ayant une hauteur infinie coïncide avec la sphère ayant un rayon infini et prend le nom d'horisphère (cette coïncidence est rendue évidente si l'on engendre la surface

* Expressions empruntées à Lobatschewsky.

équidistante et la sphère par la rotation d'une équidistante et d'une circonférence autour d'une normale).

Sur la surface sphérique, la circonférence de grand cercle joue le même rôle que la ligne droite dans le plan, et les seules lignes uniformes qu'on puisse tracer sont les circonférences de grand et de petit cercle.

Sur l'horisphère, l'horicycle joue le rôle de la ligne droite et les lignes uniformes sont l'horicycle et les circonférences.

Sur les surfaces équidistantes, la ligne droite est remplacée par la ligne équidistante de même hauteur que la surface, et les lignes uniformes sont les équidistantes (depuis cette hauteur jusqu'à l'infini), l'horicycle et les circonférences.

Les principes de géométrie générale que j'ai exposés sont applicables à toutes les surfaces uniformes.

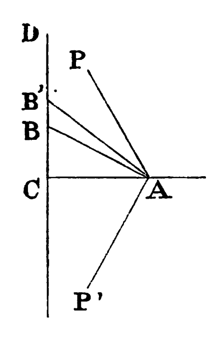
Je les ai déjà appliqués à la sphère. Pour les surfaces équidistantes, il suffit de reprendre les formules relatives au plan en changeant M en M′ et de poser $M' = M\, eq h$, h étant la hauteur de la surface équidistante.

Pour démontrer cette dernière formule, on projette sur le plan de base une circonférence tracée sur la surface équidistante; on calcule les longueurs des deux circonférences, l'une dans la surface, l'autre dans le plan de base, en fonction de M et de M′; enfin on observe que la circonférence primitive est égale à sa projection multipliée par $eq\, h$ et que son rayon curviligne est dans le même rapport avec le rayon rectiligne de l'autre.

Pour l'horisphère, on a $M' = \infty$ et l'on retrouve la géométrie plane usitée, ce à quoi on arrive aussi en considérant l'horisphère comme une sphère-limite et en y cherchant la somme des angles d'un triangle.

15. *Du parallélisme.* — Si, par un point A, on mène à une droite CD différentes obliques AB, AB′, qui vont la rencontrer de plus en plus loin, elles forment avec CD des angles B, B′ qui diminuent indéfiniment. J'appellerai parallèle* l'oblique limite AP

* Avec Lobatschewsky. Auparavant je l'appelais asymptôte.



qui ne rencontre CD qu'à l'infini et forme avec elle un angle nul. Les propriétés cinématiques des triangles rectangles donnent

$$eq\,AC = \frac{\cos 0}{\sin CAP}$$

d'où

$$\sin CAP = \frac{1}{eq\,AC}\ ^{*};$$

ainsi, dans la géométrie abstraite, l'angle CAP est aigu, puisque $eq\,AC > 1$ et il en résulte qu'on peut par le point A mener à CD deux parallèles, savoir AP et sa symétrique AP'.

Les notions précédentes, étant bien étudiées, permettent de comprendre complétement les applications de la géométrie abstraite à la mécanique ** et dispensent de lire les deux mémoires plus longs et plus compliqués de Lobatschewsky. Il est à peine utile d'ajouter que si, dans l'un quelconque des résultats obtenus, on suppose les lignes infiniment petites, on retrouve le résultat correspondant de la géométrie usitée.

* A la rigueur, le triangle n'existe plus à la limite, mais il est évident que pour toutes les valeurs plus petites de CAP il y aura rencontre, puisque l'on pourra calculer la valeur correspondante de l'angle au sommet par la propriété que l'on vient d'employer, et que pour les valeurs plus grandes il n'y en aura pas, puisqu'on trouverait pour l'angle au sommet un cosinus plus grand que l'unité. C'est là le caractère de la parallèle.

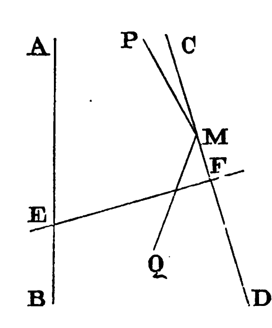
** Il faut toutefois y ajouter les questions que je traite dans la 2me partie et que j'ai ainsi séparées parce qu'elles ne se trouvent pas non plus dans Lobatschewsky.

DEUXIÈME PARTIE.

COMPLÉMENTS DE GÉOMÉTRIE.

---

1. Lorsque deux droites situées dans un même plan ne se rencontrent pas et ne sont pas parallèles, elles ont une perpendiculaire commune. En effet, si AB et CD ne se coupent pas et ne sont pas parallèles, on peut, par le point M, pris au hasard sur CD, mener à AB les deux parallèles, MP, MQ, et l'on sait que ces parallèles ou asymptôtes se rapprochent indéfiniment de AB, sans la rencontrer jamais. On sait, de plus, qu'elles doivent laisser la droite CD en dehors de leur angle, sans quoi CD irait rencontrer AB. Il est dès lors évident que tout point de CD se trouve à une distance finie de AB et que, parmi toutes les lignes que l'on peut mener d'un point quelconque de CD à un point quelconque de AB, il y aura une ligne minima qui ne sera pas nulle. Soit EF cette ligne, qui est nécessairement droite. Si l'un des angles E ou F n'était pas droit, on pourrait, du sommet de l'autre, abaisser sur AB ou CD une perpendiculaire qui serait encore plus courte que EF, ce qui est contre l'hypothèse; donc E et F sont droits et les deux droites données ont une perpendiculaire commune *.



* Abstraction faite de l'idée de la double parallèle que l'on trouve dans Lobatschewsky ou dans ma première partie, j'emprunte, dans cette démonstration, une idée de M. Ossian Bonnet relative à la perpendiculaire au plan. *Voyez* Rouché et de Comberousse, *Traité de Géométrie*, p. 335.

2. J'appellerai ligne équidistante d'une droite ou simplement équidistante, toute ligne CD située dans un plan passant par cette droite AB appelée base et dont tous les points en sont distants d'une même quantité AC, appelée hauteur. Si l'on admet l'axiome XI d'Euclide, l'équidistante d'une droite est une droite; mais, dans mon hypothèse, c'est une courbe indéfinie et uniforme *. La ligne équidistante a été étudiée déjà par M. Lamarle, et je prie le lecteur de prendre connaissance de ses déductions à cet égard, surtout en ce qui concerne la tangente à cette ligne, dans la première partie du mémoire intitulé : *Démonstration du postulatum d'Euclide*, par E. Lamarle **.

J'aurai besoin, pour l'étude du mouvement de translation, de connaître la longueur de la ligne CD en fonction de AB et de AC. Soit AB $= b$, AC $= y$; il est évident d'abord que CD est proportionnel à AB et que je puis écrire CD $= b\, eqy$ ***. Or, dans chaque rectangle élémentaire on a (*Journal de Crelle*, 1837, page 304, ligne 22)

$$z = \frac{dx}{\sin y'} \text{ ou } CC' = \frac{AA'}{\sin y'}$$

et, par suite,

$$CD = \frac{b}{\sin y'} = \frac{b\,(e^{2y} + 1)}{2e^{y}} \text{ (page 296, ligne 6).}$$

* On pourrait voir ici une répétition inutile, mais il ne faut pas oublier qu'il est permis au lecteur de passer la première partie du mémoire; je n'y renverrai donc que quand il s'agira d'une théorie importante que l'on puisse en détacher complétement, mais non pour quelques définitions ou déductions faciles à reproduire.

** Bruxelles, chez Decq, ou *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 1856. Si la seconde partie de ce remarquable mémoire était aussi exacte que la première, cela couperait court à toute discussion sur les fondements de la géométrie; mais il n'en est pas ainsi et dans cette seconde partie il y a, sinon cercle vicieux, du moins admission tacite d'un axiome nouveau et moins satisfaisant, selon moi, que celui d'Euclide.

*** *eqy* (abréviation de *équidistante de hauteur y*) représente alors la longueur d'une ligne équidistante ayant l'unité de longueur pour base et y pour hauteur.

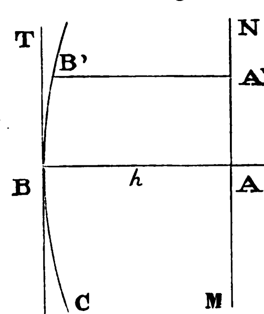
Ainsi

$$eqy = \frac{e^{2y}+1}{2e^y} = \frac{1}{2}\left(e^y + e^{-y}\right),$$

formule qui se trouve démontrée directement dans la première partie.

Si y est infiniment petit, on trouve, en développant e^y et e^{-y} en séries, $eqy = 1$, ce qui est le résultat correspondant de la géométrie usitée, mais je ne répéterai plus cette observation, qui est générale.

3. Soit une ligne équidistante B'BC et sa tangente BT; soit MN la base de l'équidistante. Si l'on imagine que cette base s'éloigne, tandis que la tangente BT reste fixe, et que l'on trace toujours par le point B les équidistantes correspondantes à toutes les positions de la base, on aura des lignes de plus en plus courbes au fur et à mesure que MN s'éloignera. Pour démontrer cela, j'emprunte encore à M. Lamarle les idées simples et fécondes qu'il émet dans son



Exposé géométrique du calcul différentiel et intégral, pages 7 et 9 * sur la génération des courbes, et j'observe que dans toute courbe uniforme, le rapport $\frac{\omega}{v}$ de la vitesse angulaire ** de rotation de la tangente à la vitesse de glissement du point décrivant peut être considérée comme mesure conventionnelle de la cour-

* Tome XI des *Mémoires couronnés et autres mémoires de l'Académie royale de Belgique*, in-8°. On peut lire aussi les pages suivantes, mais alors il faut élaguer avec soin tout ce qui suppose implicitement l'axiome XI d'Euclide. Déjà, dans la page 9, ligne 5, inf, il faut lire : *courbe plane uniforme,* au lieu de : *cercle*. Pour M. Lamarle, ces deux expressions sont identiques, mais elles ne le sont pas pour moi et on peut dire que c'est précisément en cela que les deux géométries diffèrent. On peut voir aussi le troisième volume (tome XV des *Mémoires*) pages 199 et suivantes, avec les mêmes restrictions.

** Vitesse du point situé à une distance du centre instantané égale à l'unité de longueur, unité qui n'est pas arbitraire dans la géométrie abstraite. *Voir* Lobatschewky ou la première partie.

bure et, en même temps, comme déterminant complétement la courbe. Cela posé, j'imagine que B soit le point décrivant et que la tangente, en roulant sur la courbe, entraîne avec elle la normale BA, assujettie à passer toujours par le point de contact B.

Le point A aura à la fois deux vitesses, dont l'une dans le sens AA', résultant du glissement du point B sur la tangente et l'autre en sens inverse résultant de la rotation de la tangente autour du point B. D'ailleurs si v est la vitesse du point B, $\frac{v}{eq\,h}$ doit être la vitesse du point A et l'on a, à chaque instant

$$\frac{v}{eq\,h} = v\,eq\,h - \omega\,\frac{\text{circ}\,h}{\text{circ}\,1}.$$

D'ailleurs $eq\,h = \frac{1}{2}(e^h + e^{-h})$ (page 38) et (*Journal de Crelle*, page 307, eq 33) $\text{circ}\,h = 2\pi \cot h' =$ (page 296, ligne 6) $2\pi\,\frac{e^{2h}-1}{2e^h}$, ou $\text{circ}\,h = \pi\,(e^h - e^{-h})$, équation démontrée directement dans la première partie. Développant en série on a

$$\text{circ}\,h = 2\pi\left(h + \frac{h^3}{2\,.\,3} + \frac{h^5}{2\,...\,5} + \ldots\right)$$

et, en faisant $h = 1$,

$$\text{circ}\,1 = 2\pi\left(1 + \frac{1}{2\,.\,3} + \frac{1}{2\,...\,5} + \ldots\right)$$

Substituant tout cela dans

$$\frac{\omega}{v} = \frac{\left(eq\,h - \frac{1}{eq\,h}\right)\text{circ}\,1}{\text{circ}\,h}$$

il vient

$$\frac{\omega}{v} = \frac{\left[\frac{1}{2}(e^h + e^{-h}) - \frac{2}{e^h + e^{-h}}\right]\left[1 + \frac{1}{2\,.\,3} + \frac{1}{2\,...\,5} + \ldots\right]2}{e^h - e^{-h}}$$

$$= \frac{\left(1 + \frac{1}{2\,.\,3} + \frac{1}{2\,...\,5} + \ldots\right)\left(e^h + e^{-h} - \frac{4}{e^h + e^{-h}}\right)}{(e^h - e^{-h})}$$

$$= \frac{\left(1 + \frac{1}{2.\,3} + \frac{1}{2\,...\,5} + \ldots\right)\left(e^h - e^{-h}\right)^2}{(e^h - e^{-h})\,(e^h + e^{-h})}$$

$$= \frac{\left(1 + \frac{1}{2\,.\,3} + \frac{1}{2\,...\,5} + \ldots\right)\left(e^h - e^{-h}\right)}{(e^h + e^{-h})}$$

Il suffit maintenant de différentier cette expression par rapport à h pour reconnaître qu'elle augmente avec h, c'est-à-dire que l'équidistante est d'autant plus courbe qu'elle est plus distante de sa base, ce qui était assez évident par soi-même.

M

B

N

Mais ce qui est remarquable, c'est qu'à la limite, c'est-à-dire quand la hauteur est infinie, on obtient encore une courbe-limite parfaitement déterminée telle que MBN. En effet, on a alors

$$\frac{\omega}{v} = 1 + \frac{1}{2.3} + \frac{1}{2....5} + ...$$

J'appellerai la courbe MBN équidistante-limite.

Les courbes équidistantes jouissent de propriétés très-remarquables; ainsi lorsqu'on les projette sur une horisphère de Lobatschewsky par des axes ou des normales à cette surface, on trouve des ellipses pour projections; il en résulte par les propriétés projectives des figures (Poncelet) que tous les *théorèmes de position* relatifs aux sections coniques de la géométrie usitée sont applicables aux lignes équidistantes; par exemple, la théorie des pôles et des polaires, les propriétés des hexagones, pentagones, quadrilatères et triangles inscrits découvertes par Pascal, Brianchon et d'autres. Il existe, dans le plan, bien plus de lignes jouissant de ces propriétés qu'on ne l'admet dans la géométrie usitée. Mais comme je n'en aurai pas besoin pour la mécanique, je n'insisterai pas sur ce point. J'y reviendrai peut-être un jour.

Ce qu'il importe de remarquer, c'est que la courbe-limite uniforme dont je viens de préciser le mode de génération est absolument la même que la courbe-limite ou horicycle de Lobatschewsky, c'est-à-dire la circonférence dont le rayon est infini. Pour le démontrer, il me suffira de faire voir que, dans cette dernière, le rapport $\frac{\omega}{v}$ est le même que plus haut. Soit donc une circonférence de rayon r engendrée par le point A glissant sur la tangente AB pendant que celle-ci tourne autour du point de contact. Si l'on imagine que la normale AO suive le mouvement de la tangente en lui restant toujours perpendiculaire et passant toujours par le point de contact, le centre O aura deux vitesses, l'une $veqr$

due au glissement et l'autre $\frac{\omega \operatorname{circ} r}{\operatorname{circ} 1}$ en sens inverse et due à la rotation. Comme le point O est immobile, on aura

$$veqr = \omega \frac{\operatorname{circ} r}{\operatorname{circ} 1}$$

$$\omega = \frac{eqr \operatorname{circ} 1}{\operatorname{circ} r} = \frac{\frac{1}{2}(e^r + e^{-r})\, 2\pi \left(1 + \frac{1}{2.3} + \frac{1}{2 \ldots 5} + \ldots\right)}{\pi (e^r - e^{-r})}$$

$$= \frac{(e^r + e^{-r})\left(1 + \frac{1}{2.3} + \frac{1}{2 \ldots 5} + \ldots\right)}{e^r - e^{-r}}$$

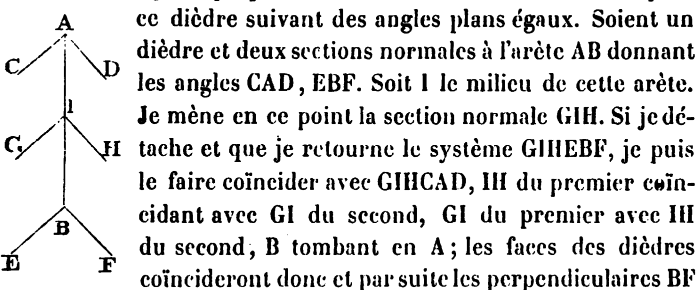
et, à la limite, quand r est infini.

$$\frac{\omega}{v} = 1 + \frac{1}{2.3} + \frac{1}{2 \ldots 5} + \ldots.$$

valeur identique à la précédente, ce qui démontre le théorème.

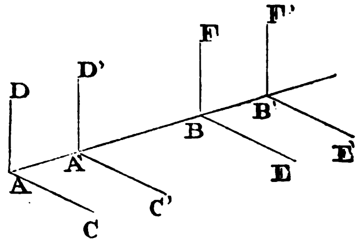
4. Deux droites non situées dans un même plan ne peuvent avoir deux perpendiculaires communes. En effet, elles formeraient alors avec leurs perpendiculaires communes un quadrilatère gauche dans lequel la somme des angles serait 4^D. Divisant ce quadrilatère en deux triangles par une diagonale et observant que dans un trièdre la somme de deux angles plans est plus grande que le troisième, on voit que la somme totale des angles des deux triangles plans ainsi obtenus serait plus grande que 4^D, ce qui est impossible.

5. Tous les plans perpendiculaires à l'arête d'un dièdre coupent ce dièdre suivant des angles plans égaux. Soient un dièdre et deux sections normales à l'arête AB donnant les angles CAD, EBF. Soit I le milieu de cette arête. Je mène en ce point la section normale GIH. Si je détache et que je retourne le système GIHEBF, je puis le faire coïncider avec GIHCAD, IH du premier coïncidant avec GI du second, GI du premier avec IH du second, B tombant en A; les faces des dièdres coïncideront donc et par suite les perpendiculaires BF avec CA et BE avec AD, ce qui prouve l'égalité des angles CAD, EBF.



Si l'on appelle angle plan d'un dièdre l'angle obtenu par une section perpendiculaire à l'arête, on peut donc dire que tous les angles plans d'un dièdre sont égaux ou qu'un dièdre n'a qu'un seul angle plan.

Il suit de ce théorème que si une face d'un dièdre glisse sur elle-même ainsi que son arête, l'autre face doit aussi glisser sur elle-même. En effet, si l'on considère deux dièdres actuellement coïncidant tels que CEABDF, et si l'on fait glisser l'un sur l'autre de manière à ce que le premier vienne prendre la position C'E'A'B'D'F', A'C' et B'E' étant dans le plan CABE, qui n'a fait que glisser sur lui-même ainsi que l'arête AB, le plan D'A'B'F' coïncidera aussi avec DABF, car, pendant le mouvement, chaque dièdre a conservé son angle plan; celui-ci étant le même pour les deux dièdres à l'origine doit être encore le même à la fin, ce qui serait impossible si le plan D'A'B'F' était différent du plan DABF, donc, la position considérée étant quelconque, on voit que si un dièdre glisse sur lui-même ou sur un autre avec lequel il était d'abord en coïncidence, l'arête glissant sur elle-même ainsi que l'une des faces, l'autre face glisse aussi sur elle-même *.



* Le lecteur qui considérerait les déductions du n° 5 comme évidentes *à priori* pourrait passer ce numéro.

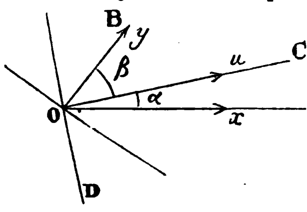
TROISIÈME PARTIE.

CINÉMATIQUE.

---

1. Voir le n° 1 de la première partie.

Il s'ensuit qu'une vitesse u se décompose suivant les deux directions rectangulaires faisant avec la sienne les angles α et $90-\alpha$ en $u \cos \alpha$ et $u \sin \alpha$, c'est-à-dire que la composition et la décomposition rectangulaires des vitesses d'un point sont les mêmes dans la cinématique abstraite que dans la cinématique usitée. Soit à décomposer la vitesse u suivant OA et OB, qui ne sont plus rectangulaires, mais forment avec u les angles α et β qu'indique la figure et soient x et y les composantes cherchées. En décomposant x et y suivant OC et sa perpendiculaire OD, les composantes suivant OD devront se détruire et celles suivant OC devront reproduire u. On aura donc



$$x \sin \alpha = y \sin \beta.$$
$$x \cos \alpha + y \cos \beta = u,$$

équations qui suffisent pour déterminer x et y et qui sont encore les mêmes que dans la cinématique usitée **.

** J'eusse pu me borner à faire observer que, tant qu'il ne s'agit que d'un seul point mobile, on peut le supposer mobile sur l'horisphère aussi bien que sur le plan, et cela eût démontré rigoureusement les résultats que je viens d'obtenir; mais, ici comme plus loin, il n'est pas mauvais de montrer quelques vérifications.

2. *Mouvement de translation d'un système rigide.* — On dit qu'un système rigide est animé d'un mouvement pur de translation suivant la directrice AB, lorsque tous les points du système situés sur cette droite se déplacent dans sa direction avec des vitesses égales, tous les autres points du système décrivant des équidistantes dont la hauteur est égale à leur distance à la directrice et situées dans le plan passant par le point considéré et la directrice. Je vais démontrer qu'un tel mouvement est compatible avec la liaison du système rigide. A cet effet, j'imagine qu'on fasse glisser la directrice AB sur elle-même en même temps qu'on assujettisse un point C du système, pris en dehors de la directrice, à décrire une équidistante ayant AB pour base; il est d'abord évident que tous les points du plan ABC décrivent aussi des équidistantes, et le doute n'est possible que pour des points pris en dehors du plan ABC. Soit pris le point quelconque D. On peut considérer les plans ABC et ABD comme formant un dièdre invariablement lié au système rigide, et, comme dans le mouvement l'arête de ce dièdre glissera sur elle-même ainsi que l'une des faces, il en sera de même de l'autre (2me partie, n° 5), donc le point D se mouvra constamment dans le plan ABD, et il est dès lors évident qu'il y décrira une équidistante ayant AB pour base.

Il est essentiel d'observer que, dans l'hypothèse de la cinématique abstraite, la directrice de la translation est unique; elle est le lieu géométrique des points dont la vitesse est minima, tandis que dans la cinématique usitée toute directrice d'une translation peut être remplacée par une directrice parallèle (ce mot étant employé ici dans son sens ordinaire).

3. *Mouvement de rotation d'un système rigide.* — On dit qu'un système rigide est animé d'un mouvement pur de rotation, lorsqu'il est pourvu d'un axe fixe autour duquel il tourne, chaque point du système se mouvant actuellement sur une circonférence située dans le plan mené par le point considéré perpendiculairement à l'axe fixe et ayant pour centre le point d'intersection de ce plan et de cet axe. Il suffit de se reporter aux notions les plus élémentaires de géométrie dans l'espace, pour concevoir

la possibilité du mouvement de rotation tel que je le définis.

Lorsqu'un système rigide est pourvu d'un point fixe autour duquel il ne peut plus que pivoter, il possède, à chaque instant, une infinité de points actuellement fixes, situés sur une droite passant par le point fixe donné, de sorte que son mouvement est, à chaque instant, un mouvement pur de rotation *.

J'appuierai la démonstration de ce fait sur cette remarque importante que « la géométrie de la surface sphérique, considérée isolément, reste la même dans la géométrie abstraite que dans la géométrie usitée **. » Cette propriété de la géométrie usitée que « tout mouvement d'une figure sphérique sur une sphère est, à chaque instant, une rotation autour d'un point de la surface sphérique » est donc vraie aussi dans la géométrie abstraite.

Soit donc un système rigide pourvu d'un point fixe; on pourra décrire de ce point comme centre une sphère de rayon quelconque et considérer une portion de cette sphère comme invariablement fixée au système rigide.

Son mouvement actuel aura donc lieu sur la surface sphérique et consistera en une rotation autour d'un point de cette surface; dès lors, en joignant ce point au centre de la sphère, on aura une droite immobile et, par conséquent, le mouvement actuel du système est une simple rotation autour de cette droite.

4. Ces points acquis, je vais rechercher dans quels cas les divers mouvements dont un système rigide peut être animé à la fois peuvent se réduire à un mouvement simple (translation ou rotation).

Mais d'abord il convient d'indiquer clairement comment il faut entendre qu'un système rigide puisse être animé à la fois de plusieurs mouvements de translation ou de rotation. Il suffit, pour cela, de lui supposer d'abord une translation le long d'une pre-

* Il est presque superflu de faire observer que, bien que cette propriété et beaucoup d'autres soient connues depuis longtemps, je ne puis pas m'appuyer sur les démonstrations existantes, qui admettent toutes, explicitement ou implicitement, l'axiome XI d'Euclide et ses conséquences.

** Voir, à cet égard, les travaux de Lobatschewsky ou ma première partie.

mière directrice ou une rotation autour d'un premier axe et d'imaginer ensuite que tout le système, cette première directrice ou ce premier axe y compris, soit entraîné tout d'une pièce par une translation le long d'une deuxième directrice ou une rotation le long d'un deuxième axe. On concevra aussi facilement la coexistence d'un nombre quelconque de translations et de rotations.

5. *Composition de deux translations.*

a. Les directrices situées dans le même plan et se rencontrant.

b. Les directrices situées dans le même plan et ayant une perpendiculaire commune.

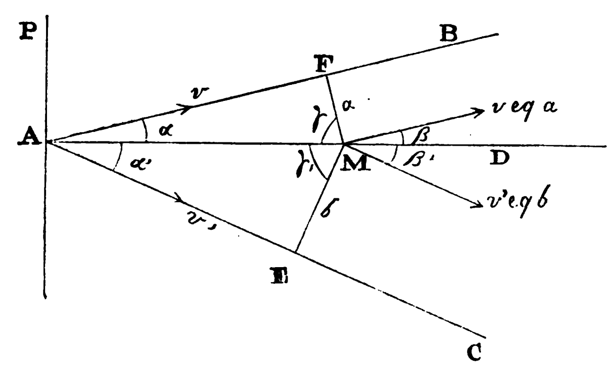
c. Les directrices situées dans le même plan et parallèles.

d. Les directrices non situées dans le même plan.

a. Soient AB, AC, les deux directrices données; v, v', les vitesses minima le long de ces directrices; quel que soit le système rigide, on peut toujours supposer, sans rien changer à son mouvement, qu'il entraîne avec lui le plan ABC dans ses deux translations, et il me suffira ainsi de chercher le mouvement résultant des points du plan ABC, car il est évident que ce plan glisse sur lui-même et entraîne le reste du système.

Soit AD, en direction, la résultante des vitesses v et v' considérées, pour un instant, comme appliquées au seul point A, et soit PAD $= 1^d$; on aura $v \sin \alpha = v' \sin \alpha'$ (1).

Je cherche d'abord le mouvement d'un point de AD. Soit M ce



point. Les deux vitesses composantes sont $v \, eq \, a$ et $v' \, eq \, b$ et, pour démontrer qu'elles se composent suivant AM, il faut faire voir que

$$v \, eq \, a \sin \beta = v' \, eq \, b \sin \beta'.$$

Mais les triangles rectangles MAE, MAF donnent (*Journal de Crelle*, page 296, eq 6, ou deuxième énoncé cinématique, première partie) $eq \, a = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$ (2), $eq \, b = \frac{\cos \alpha'}{\cos \beta'}$ (3) et, en vertu de l'équation (2) de la même page 296 ou de mon troisième énoncé cinématique

$$\cot \alpha \operatorname{tg} \beta = \cot \alpha' \operatorname{tg} \beta' \quad \ldots \ldots \ldots \quad (4)$$

$$\frac{\cos \alpha \sin \beta}{\sin \alpha \cos \beta} = \frac{\cos \alpha' \sin \beta'}{\sin \alpha' \cos \beta'}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'} = \frac{\cos \alpha \sin \beta \cos \beta'}{\cos \beta \cos \alpha' \sin \beta'} = \frac{eq \, a \sin \beta}{eq \, b \sin \beta'}$$

Mais (1)

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'} = \frac{v'}{v}, \text{ donc } \frac{v'}{v} = \frac{eq \, a \sin \beta}{eq \, b \sin \beta'}$$

ou $v \, eq \, a \sin \beta = v' \, eq \, b \sin \beta'$, ce qu'il fallait faire voir.

Les points A et M ayant leurs vitesses dirigées suivant AM, ces vitesses sont nécessairement égales. Veut-on cependant, par une vérification surabondante, les comparer? Celle du point A est $v \cos \alpha + v' \cos \alpha'$. Celle du point M est $v eqa \cos \beta + v' eqb \cos \beta'$ et, en vertu des équations (2) et (3), ces expressions coïncident. Ainsi le mouvement du plan ABC et, par conséquent, du système entier, est une translation pure le long de la directrice AM, avec la vitesse minima $v \cos \alpha + v' \cos \alpha'$, c'est-à-dire que les translations concourantes d'un système rigide se composent comme les vitesses d'un point isolé.

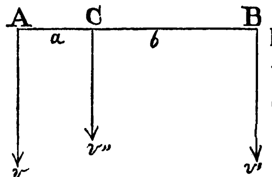
b. Les directrices sont dans le même plan et ont une perpendiculaire commune;

b'. Les translations sont dirigées dans le même sens;

b''. Elles sont dirigées en sens inverse;

b'. Deux translations simultanées d'un système rigide le long de deux directrices perpendiculaires à une même droite et diri-

gées dans le même sens se composent en une translation unique, le long d'une directrice intermédiaire perpendiculaire à cette même droite.



Soient v et v' les deux vitesses de translation du système ($v > v'$). Il existe certainement entre A et B un point C tel que

$$\frac{eq\,a}{eq\,b} = \frac{v + v' eq\,(a+b)}{v' + v\,eq\,(a+b)}$$

$$v' eq\,a + v\,eq\,a\,eq\,(a+b) = v\,eq\,b + v' eq\,b\,eq\,(a+b)$$

$$\frac{v}{v'} = \frac{eq\,b\,eq\,(a+b) - eq\,a}{eq\,a\,eq\,(a+b) - eq\,b} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

En effet, le second membre varie continûment depuis le point A où sa valeur est ∞, jusqu'au point B où sa valeur est O; il aura donc dû prendre, pour un certain point intermédiaire C, la valeur précise $\frac{v}{v'}$. Je donne au système, le long de la perpendiculaire à AB au point C une translation avec une vitesse v'' telle que

$$v'' eq\,a = v + v' eq\,(a+b) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

on aura en même temps, d'après (1),

$$v'' eq\,b = v' + v\,eq\,(a+b) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Ainsi cette translation donnera aux points A et B les vitesses qui leur étaient communiquées par les deux translations primitives réunies. Ceci suffit pour prouver que tous les points du plan ABv posséderont exactement la même vitesse dans le mouvement résultant que dans les deux mouvements composants simultanés, car le mouvement du plan peut toujours être considéré comme une translation empruntée au point B, par exemple, combinée avec une rotation simultanée autour de ce point *. Or la vitesse du point B, la même dans les deux hypothèses, détermine la translation et celle du point A, aussi la même dans les deux hypothèses, détermine la rotation. Le mouvement résultant est donc

* Poinsot et Lamarle.

absolument le même que l'ensemble des deux mouvements composants. Toutefois, par une vérification surabondante, je vais démontrer encore la coïncidence des vitesses au point C, c'est-à-dire que

$$v'' = v\, eq\, a + v'\, eq\, b.$$

A cet effet, si l'on multiplie (3) par v et (4) par v' et que l'on retranche, il vient

$$v''\,(v\, eq\, a - v'\, eq\, b) = v^2 - v'^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5).$$

Si, dans l'équation (2), on introduit la forme connue de la fonction *eq*, il vient

$$\frac{v}{v'} = \frac{\sqrt{eq^2 b - 1}}{\sqrt{eq^2 a - 1}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6).$$

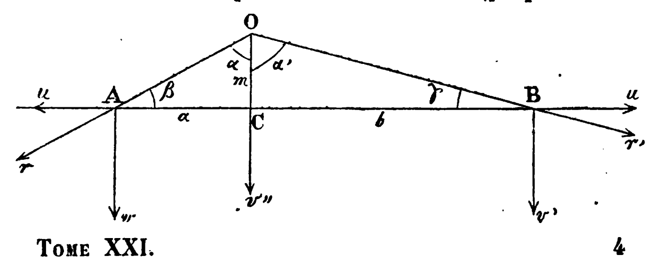
qui se transforme aisément en

$$(v\, eq\, a + v \quad b)\,(v\, eq\, a - v'\, eq\, b) = v^2 - v'^2$$

et la comparaison de cette équation avec (5) fournit le résultat désiré.

Les vitesses de tous les points du plan ABv, supposé lié au système rigide, étant déterminées, celles des autres points du système le sont aussi. Ainsi les deux translations Av, Bv' se composent bien suivant la translation Cv''.

Autrement. J'introduis les deux translations égales et opposées u et je prends u assez grand pour que les résultantes partielles r et r' se coupent. Soit O leur intersection. D'après le théorème précédent, le mouvement total du système rigide peut être ramené aux deux translations simultanées r et r'. Or, celles-ci se coupent en O. Pour démontrer que leur résultante est perpendiculaire à



AB, soit OC cette perpendiculaire; il suffit de faire voir que $r \sin \alpha = r' \sin \alpha'$. Mais on a $r \cos \beta = u$, $r' \cos \gamma = u$, d'où $r \cos \beta = r' \cos \gamma$ (1).

D'ailleurs (*Journal de Crelle*, page 296, éq. 6, ou 1[re] partie, 2[me] énoncé cinématique) $\sin m'$ ou $\frac{1}{eqm} = \frac{\sin \alpha}{\cos \beta}$,

$$\sin m' \text{ ou } \frac{1}{eqm} = \frac{\sin \alpha'}{\cos \gamma}, \text{ d'où } \frac{\cos \beta}{\sin \alpha} = \frac{\cos \gamma}{\sin \alpha'} \quad \ldots \ldots (2)$$

Divisant (1) par (2) on obtient le résultat demandé.

Quant à la position et à la grandeur de la résultante, on a (*Journal de Crelle*, page 296, éq. 5, ou 1[re] partie, 1[er] énoncé cinématique)

$$\frac{\text{circ } a}{\text{circ } b} = \frac{\text{circ OA} \sin \alpha}{\text{circ OB} \sin \alpha'} = \frac{\sin \gamma \sin \alpha}{\sin \beta \sin \alpha'} = \frac{v' r \sin \alpha}{r' v \sin \alpha'}, = \frac{v'}{v}$$

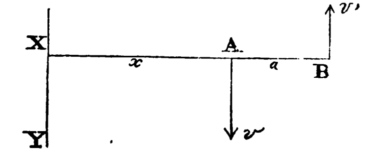
et (même page, éq. 6, ou 1[re] partie, 2[me] énoncé cinématique)

$$v'' = r \cos \alpha + r' \cos \alpha' = reqa \sin \beta + r'eqb \sin \gamma = veqa + v'eqb.$$

De la composition de deux translations perpendiculaires à une droite dans un plan et dirigées dans le même sens, on passerait sans difficulté à la composition d'un nombre quelconque de translations semblables, ou encore à la composition d'un nombre quelconque de translations perpendiculaires à un même plan, dans le même sens. Ces dernières, qui sont deux à deux dans un même plan, se composeraient deux à deux, et il est à remarquer que les résultantes partielles et la résultante générale seraient encore perpendiculaires au plan donné.

b''. Les translations sont dirigées en sens inverse.

Soient v et v' les deux vitesses et $v > v'$ (je n'exclus pas le cas de l'égalité). Il est d'abord très-aisé de voir que si les deux translations peuvent se composer, soit en une translation, soit en une rotation unique, la directrice de la translation doit être perpendiculaire à AB ou bien l'axe de la rotation doit couper AB et être perpendiculaire au plan des directrices.



β. Soit $v > v'e^a$. Les deux mouvements peuvent alors être remplacés par une translation le long d'un axe XY situé en dehors et à gauche du point A. En effet, soit $AX = x$; il faut et il suffit qu'on puisse déterminer x de manière à avoir

$$\frac{eq\, x}{eq\,(x+a)} = \frac{v - v'\, eq\, a}{v\, eq\, a - v'} = t$$

$$\frac{e^x + e^{-x}}{e^{x+a} + e^{-x-a}} = t$$

d'où

$$e^{2x} = \frac{1 - \frac{t}{e^a}}{te^a - 1}$$

our que la solution soit réelle, il faut et il suffit que e^{2x} soit positif et plus grand que 1, ce qui donne

$$te^a > 1$$

$$1 - \frac{t}{e^a} > te^a - 1$$

En remplaçant t par sa valeur, on voit que la première inégalité revient à $v > v'e^a$, ce qui est précisément l'hypothèse admise. Quant à la seconde, elle est toujours satisfaite indépendamment des valeurs relatives de v et de v'. Donc, dans l'hypothèse β, les deux translations données se composent toujours en une translation unique dont la directrice, perpendiculaire à AB, est dirigée dans le même sens que la plus grande vitesse et de son côté, et située en dehors de AB. J'observe d'ailleurs que les équations précédentes se transforment aisément, d'après les procédés déjà indiqués, en

$$\frac{\text{circ}\, x}{\text{circ}\,(x + a)} = \frac{v'}{v}$$

et que l'on a en même temps pour la vitesse y de la translation résultante

$$y\, eq\, x = v - v'\, eq\, a.$$

β'. Soit $v < v'e^a$, mais $> v'\, eq\, a$.

Les deux mouvements peuvent être remplacés alors par une rotation autour d'un axe X perpendiculaire au plan des direc-

trices et situé à gauche du point A. Il faut et il suffit pour cela qu'on puisse prendre la distance AX $=x$ de telle manière que

$$\frac{\text{circ}\,x}{\text{circ}\,(x+a)}=\frac{v-v'\,eq\,a}{v\,eq\,a-v'}$$

ou bien, comme le point X doit être immobile,

$$v\,eq\,x=v'eq\,(x+a).$$

Ces équations s'accordent à donner le résultat

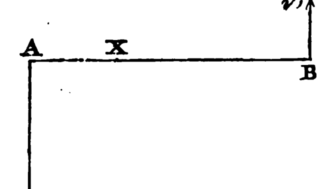
$$e^{2x}=\frac{v-v'e^{-a}}{v'e^{a}-v}$$

Ce résultat est d'abord positif, puisque $v<v'e^a$ et pour qu'il soit plus grand que 1, on doit avoir $v-v'e^{-a}>v'e^a-v$, ou $v>v'eq\,a$, ce qui rentre encore dans les hypothèses faites.

β''. Soit $v=v'e^a$, hypothèse intermédiaire entre les deux précédentes. Alors les deux valeurs de e^{2x} trouvées dans les hypothèses β et β' s'accordent à donner $x=\infty$; la translation ou la rotation a donc lieu le long d'une directrice ou autour d'un point situés à l'infini, et le mouvement du plan est un mouvement particulier de translation ou de rotation indifféremment * que j'appellerai horicirculaire et dans lequel chaque point décrit un horicycle ayant AB pour axe. Le système rigide suit d'ailleurs ce mouvement.

β'''. Soit $v=v'eq\,a$. Alors la dernière valeur de e^{2x} devient $e^{2x}=1$, ou $x=0$, c'est-à-dire que le mouvement résultant est une rotation autour de A, ce qui était évident *à priori*, puisque les deux vitesses de ce point se détruisent.

β^{IV}. Soit $v<v'\,eq\,a$. Les deux mouvements peuvent être remplacés alors par une rotation autour d'un axe X perpendiculaire au plan des directrices et situé entre A et B. Il faut et il suffit pour cela qu'on puisse prendre la distance AX $=x$ de telle manière que



* On pouvait prévoir la coïncidence de ces deux mouvements d'après la partie géométrique.

$$\frac{\text{circ } x}{\text{circ}(a - x)} = \frac{v' eqa - v}{v\ eqa - v'}$$

ou bien, comme le point X doit être immobile,

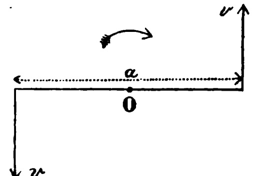
$$v\ eqx = v' eq\,(a - x).$$

Ces équations s'accordent à donner

$$e^{2x} = \frac{v' e^a - v}{v - v' e^{-a}}$$

valeur positive et plus grande que l'unité dans l'hypothèse faite. Il est aussi bien facile de vérifier que $e^{2x} < e^a$ ou $x < \frac{a}{2}$; c'est-à-dire que X est plus près de A que de B et, à la limite, quand $v = v'$, on a $e^{2x} = e^a$, $x = \frac{a}{2}$, c'est-à-dire qu'alors la rotation a lieu autour d'un axe situé au milieu de AB, ce qui était évident *à priori*.

Le sens dans lequel ont lieu les translations et rotations n'est jamais douteux et je ne m'y arrêterai pas; je me bornerai à faire observer que, dans le dernier cas, où les vitesses composantes sont égales et dirigées comme la figure l'indique, le sens de la rotation résultante autour de O est celui qu'indique la flèche circulaire, flèche que l'on est tenté de tracer en sens inverse, à cause d'une habitude prise dans la dynamique.

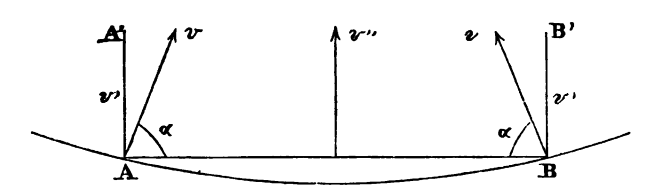


La vitesse angulaire de la rotation résultante est aussi facile à trouver dans tous les cas. Dans le dernier, par exemple, elle est

$$\frac{v(eq\,a - 1)\ \text{circ } 1}{\text{circ } \frac{a}{2}}$$

c. Les directrices situées dans le même plan et parallèles. On pourrait, en les coupant par une sécante et en décomposant ensuite les translations données suivant la sécante et perpendiculairement, ou bien par l'introduction de translations égales et opposées, obtenir la résultante, mais le procédé le plus général et le plus élégant est le suivant. Si je considère d'abord deux translations égales et de même sens, et que je coupe leurs directrices par un horicycle normal, ces deux translations peuvent se décom-

poser suivant la corde AB et des perpendiculaires AA′, BB′, à cette corde; mais les composantes suivant la corde se détruisent et celles qui sont dirigées perpendiculairement ont une résultante v'', perpendiculaire au milieu de la corde. Il est assez évident, par soi-même, que v'' doit être égal à la somme $2v$ des translations données, mais, pour ne laisser aucun doute sur ce point, j'observe que $v' = v \sin \alpha$ et que $v'' = 2v' \, eq \left(\frac{AB}{2}\right)$; d'ailleurs *,



$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = e^{-\frac{AB}{2}}$; donc

$$\sin \alpha = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}} = \frac{2e^{-\frac{AB}{2}}}{1 + e^{-AB}} = \frac{1}{eq \left(\frac{AB}{2}\right)};$$

d'où

$$v'' = \frac{2v'}{\sin \alpha} = 2v.$$

Si j'observe maintenant que, dans la statique usitée, je puis passer de la composition de deux forces parallèles et de même sens, égales entre elles, à la composition de deux forces inégales de même sens, en composant toujours la plus petite avec une force égale dont je diminue la plus grande, jusqu'à ce que j'arrive, à la limite, à la coïncidence des directions des deux forces restantes; et de plus, que, dans cette statique usitée, la composition des forces de sens contraire se déduit immédiatement de celle des forces de même sens; si j'observe enfin que les raisonnements que je fais sur ces forces dans la statique usitée peuvent se répéter mot

* *Études géométriques sur la théorie des parallèles*, par Lobatschewsky, traduction de M. Houël, 1866, page 29, fig. 16. On arrive plus vite au résultat par mes énoncés cinématiques, car le deuxième donne immédiatement

$$eq \frac{AB}{2} = \frac{1}{\sin \alpha}.$$

pour mot sur les translations dans la cinématique abstraite, en remplaçant la perpendiculaire commune aux forces par l'arc d'horicycle normal aux directrices des translations, j'arrive à ce théorème remarquable : les translations parallèles * se combinent dans la cinématique abstraite, comme les forces parallèles ** dans la statique usitée.

Un seul cas échappe à cette règle, c'est celui où les vitesses seraient égales et dirigées en sens inverse; pour ce cas, la statique ne donne plus de résultante, mais il suffit de faire converger les directrices vers le parallélisme, en les prenant d'abord concourantes, pour reconnaître que le mouvement résultant est alors un mouvement horicirculaire, tous les points du plan des directrices décrivant des horicycles qui leur sont normaux.

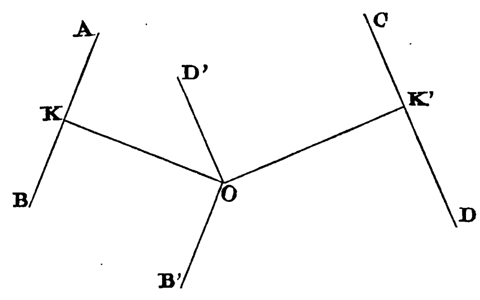
d. Les directrices non situées dans le même plan. Alors il est impossible que les deux translations se combinent, soit en une translation, soit en une rotation.

D'abord, si les translations données pouvaient se réduire à une translation unique, la directrice de celle-ci ne pourrait être dans un même plan avec aucune des directrices données, sinon deux translations le long de directrices situées dans un même plan pourraient se combiner en une translation résultante le long d'une directrice située en dehors de ce plan, ce qui a été démontré impossible. Il faudrait donc alors que trois translations le long de trois directrices non situées deux à deux dans le même plan pussent se faire équilibre. Or, on verra (6) que ces trois translations peuvent se réduire à deux par une construction qui est absolument la même que celle qui sert à réduire trois forces à deux (*voir* la statique, n° 4); si donc, par cette opération, on arrivait effectivement à deux translations se détruisant ou à une résultante nulle pour les translations, on devrait arriver aussi à une résultante nulle pour des forces numériquement égales à ces translations et semblablement placées; c'est-à-dire que trois forces non situées deux à deux dans le même plan pourraient se faire

* Dans le sens nouveau du mot.

** Dans le sens ancien du mot.

équilibre, ce qui sera démontré impossible (statique, nº 3). Si, au contraire, les translations données pouvaient se réduire à une rotation, tout point O situé sur l'axe de cette rotation devrait être immobile par l'effet des deux translations réunies. Soient AB, CD, les directrices des translations données; O un point fixe. Pour obtenir l'une des vitesses composantes du point O, il faut, de ce point, mener à AB la perpendiculaire OK, puis au point O, dans le plan BKO, la perpendiculaire OB′ à OK. Une construction analogue donnerait OD′, vitesse résultant du second mouvement.



Or, pour que ces vitesses se détruisissent, il faudrait que D′OB′ fût une ligne droite, droite qui devrait être alors perpendiculaire au plan KOK′ (si KOK′ était aussi une ligne droite, il faudrait prendre un autre point O sur l'axe et ce fait ne saurait se produire deux fois. *Voir* la deuxième partie, nº 4). Le plan B′OK, passant par B′O, serait perpendiculaire au plan KOK′, donc KB serait aussi perpendiculaire à ce plan; il en serait de même de K′D; donc KB et K′D seraient dans un même plan, ce qui est contraire à l'hypothèse. Je ne suppose pas ici que l'axe de rotation puisse être la plus courte distance des deux droites; car dans ce cas, par un raisonnement semblable au précédent et beaucoup plus simple, on démontrerait l'impossibilité de l'hypothèse.

6. *Composition d'un nombre quelconque de translations.* — Ellés peuvent toujours se réduire à deux, dont l'une, au moins, ait une directrice passant par un point donné à l'avance. En effet, parmi les translations données, j'en considère deux, v et v', dont les directrices ne passent pas au point O.

Soient A et B deux de leurs points. Je mène les plans vAO, $v'BO$ et soit OL leur intersection. Si les plans vAO, $v'BO$, se confondaient en un seul, je tracerais OL quelconque dans ce plan. Ayant pris arbitrairement le point L, je décompose v, en A, suivant AO et AL, et v', en B; suivant BO et BL. Les deux composantes qui se coupent en L pouvant s'y composer en une seule, on voit que tant qu'il y aura au moins deux directrices ne passant pas au point O, on pourra diminuer d'une unité le nombre des directrices qui ne passent pas par ce point; on finira donc par les réduire à une. D'un autre côté, toutes les translations dont les directrices passent au point O pourront aussi se composer en une seule; donc enfin toutes les translations données se réduiront à deux, dont l'une, au moins, aura une directrice passant au point O.

7. *Composition de deux rotations.*

a. Les axes situés dans le même plan et se rencontrant;

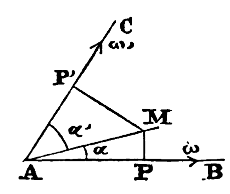
b. Les axes situés dans le même plan ayant une perpendiculaire commune;

c. Les axes situés dans le même plan et parallèles;

d. Les axes non situés dans le même plan.

a. Soient AB, AC, les axes des deux rotations données; comme il est évident, *à priori*, que ces deux rotations ne peuvent se combiner qu'en une rotation; que d'ailleurs l'espace tout entier peut être supposé entraîné dans les mouvements de rotation, on voit que le mode de composition de deux rotations ne dépend que de l'angle que leurs axes font entre eux. Dès lors, toutes les déductions du n° 1 de la cinématique sont applicables aux mouvements de rotation concourants et l'on peut dire que ceux-ci se combinent dans la cinématique abstraite comme dans la cinématique usitée; mais ce raisonnement étant lui-même un peu abstrait, on peut le remplacer par la démonstration suivante.

Soit ω la vitesse angulaire autour de AB; ω' la vitesse angulaire autour de AC; les flèches sont placées du côté de l'axe où un observateur devrait se mettre, le corps contre l'axe et les pieds au



point A pour voir le mouvement de rotation se produire vers sa gauche, par exemple (cette convention sera conservée dans la suite); il est aisé de voir que le point M du plan ABC (que je suppose lié au système rigide) restera immobile si l'on a

$$\omega \text{ circ MP} = \omega' \text{ circ MP}'$$

ou

$$\frac{\omega}{\omega'} = \frac{e^{MP'} - e^{-MP'}}{e^{MP} - e^{-MP}}$$

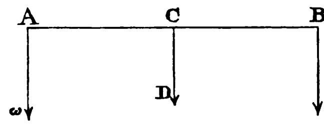
Mais (*Journal de Crelle*, page 296, eq. 3, ou 1er énoncé cinématique)

$$e^{MP} - e^{-MP} = (e^{MA} - e^{-MA}) \sin \alpha$$
$$e^{MP'} - e^{-MP'} = (e^{MA} - e^{-MA}) \sin \alpha'$$

donc $\frac{\omega}{\omega'} = \frac{\sin \alpha'}{\sin \alpha}$; ainsi il suffit de prendre l'angle α tel que $\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'} = \frac{\omega'}{\omega}$, ce qui est toujours possible, pour que tous les points de la droite AM ainsi obtenue soient immobiles. Ce résultat est le même que celui de la cinématique usitée. Donc les rotations concourantes se combinent dans la cinématique abstraite comme dans la cinématique usitée.

b. Les axes situés dans le même plan et ayant une perpendiculaire commune.

Soient d'abord deux rotations égales et dirigées dans le même sens, autour de deux axes ayant une perpendiculaire commune AB. Si, au milieu C de AB, je lui mène la perpendiculaire CD,



il est évident que tous les points de cette perpendiculaire restent immobiles par l'ensemble des deux rotations, donc le mouvement résultant est une rotation autour de CD et il ne s'agit plus que de chercher le sens et la vitesse angulaire de cette rotation résultante. A cet effet, je cherche le mouvement du point B, par exemple. Sa vitesse est

$$\frac{\omega \text{ circ AB}}{\text{circ } 1}$$

et dirigée au-dessus du papier, ce qui montre d'abord que le sens de la rotation autour de DC est bien celui qu'indique la flèche placée sur cette droite; de plus, si x est la vitesse angulaire résultante, on a

$$x \operatorname{circ} \frac{AB}{2} = \omega \operatorname{circ} AB;\quad x = \omega \frac{\operatorname{circ} AB}{\operatorname{circ} \frac{AB}{2}} = \omega \frac{e^{AB} - e^{-AB}}{e^{\frac{AB}{2}} - e^{\frac{-AB}{2}}}$$

$$= \omega \left(e^{\frac{AB}{2}} + e^{\frac{-AB}{2}}\right) = 2\omega\, eq\, \frac{AB}{2}.$$

Ainsi les vitesses angulaires se combinent dans la composition de ces rotations comme les vitesses minima dans la composition des translations perpendiculaires à une même droite.

Comme dans cette dernière théorie (pages 48 et suivantes), on peut passer de la composition de deux translations égales et dirigées dans le même sens à la composition de deux translations quelconques dirigées dans le même sens en combinant toujours la plus faible de ces translations avec une translation égale que l'on retranche de la plus grande; qu'ensuite de la composition des translations de même sens on peut déduire celle des translations de sens inverse dans tous les cas où celles-ci se composent en une translation; qu'enfin les raisonnements que l'on fait dans ces divers cas pour les translations peuvent se répéter mot à mot pour les rotations en remplaçant les directrices par les axes et les vitesses minima par les vitesses angulaires, on arrive au théorème suivant:

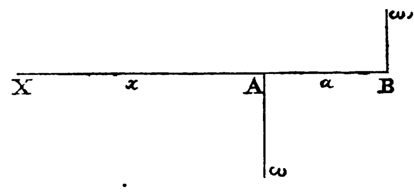
Dans tous les cas où deux translations dont les directrices sont perpendiculaires à une même droite, dans un plan, ont pour résultante une translation, deux rotations ayant pour sens le sens de ces translations, pour axes et pour vitesses angulaires leurs directrices et leurs vitesses minima, se composent en une rotation ayant pour axe la directrice de la translation résultante, pour sens et pour vitesse angulaire le sens et la vitesse minima de cette translation.

Il ne reste ainsi à traiter que les cas où deux translations, substituées aux deux rotations données, ne donneraient pas lieu à une translation résultante.

Les cas b' et β sont donc résolus.

β'. Soient ω et ω' les vitesses angulaires et $\omega < \omega'\, e^a$, mais $> \omega'\, eq\, a$.

Alors les deux rotations données peuvent se remplacer par une translation le long d'une directrice X, perpendiculaire au plan du papier et rencontrant AB à une distance x à gauche de A. Il faut et il suffit pour cela que l'on ait



$$\frac{eq\, x}{eq\,(x+a)} = \frac{\omega'}{\omega},$$

d'où

$$e^{2x} = \frac{\omega - \omega'\, e^{-a}}{\omega'\, e^{a} - \omega}$$

Cette valeur est positive et > 1, d'après les hypothèses faites, et il est bien certain que le mouvement résultant peut communiquer à tous les points du système les vitesses qui résultent des deux rotations données, pour une raison analogue à celle qui est développée à la page 48.

β''. Soit $\omega = \omega'\, e^a$. Alors $x = \infty$ et la translation a lieu le long d'un axe perpendiculaire au plan du papier et venant couper AB au point situé à l'infini vers la gauche. Le mouvement de tous les points du plan AB, perpendiculaire au plan du papier, est un mouvement horicirculaire, tous les points de ce plan décrivant des horicycles normaux à AB. Ce plan entraîne le système rigide dans son mouvement.

β'''. Soit $\omega = \omega'\, eq\, a$. Alors $x = 0$ et la translation a lieu le long de l'axe perpendiculaire A.

β^{IV}. $\omega < \omega'\, eq\, a$. Les deux mouvements peuvent être remplacés alors par une translation le long d'une directrice X perpendiculaire au plan des axes et située entre A et B, car il faut et il suffit pour cela qu'on puisse prendre la distance $AX = x$ de telle manière que

$$\frac{eq\, x}{eq\,(a-x)} = \frac{\omega'}{\omega},$$

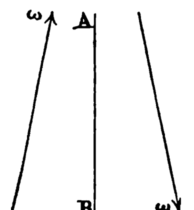
d'où

$$e^{2x} = \frac{\omega' e^{a} - \omega}{\omega - \omega' e^{-a}}$$

On voit que les cas où deux rotations se remplacent par une translation sont tout à fait semblables à ceux où deux translations se remplacent par une rotation, mais ceci est un résultat de calcul qui ne semble pas pouvoir être rendu évident *à priori* comme dans le cas où deux translations se remplacent par une translation et deux rotations par une rotation.

c. Les axes situés dans le même plan et parallèles.

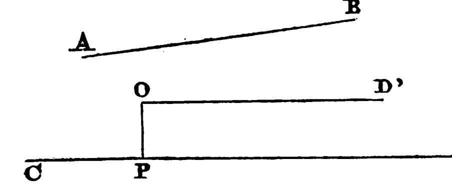
La marche est tout à fait analogue à celle du § *c*, page 53. Je ne m'occuperai que du cas qui échappe à la règle générale. Soient deux rotations égales, parallèles et dirigées en sens inverse. Il suffit encore de faire converger les axes vers le parallélisme en les prenant d'abord concourants pour reconnaître que la rotation résultante a lieu ici autour d'un axe situé à l'infini dans le plan du papier et perpendiculaire à l'axe de symétrie AB; de sorte que tous les points du plan perpendiculaire AB décrivent des horicycles normaux à AB. Le système rigide suit ce mouvement horicirculaire.



d. Les axes non situés dans le même plan.

Alors les deux rotations ne pourront d'abord se composer en une rotation unique, pour la même raison que deux translations dont les directrices ne sont pas dans le même plan ne peuvent se combiner en une translation unique. (Page 55.)

Si, maintenant, ces deux rotations pouvaient se combiner en une translation unique, réciproquement celle-ci et l'une des rotations devraient pouvoir se combiner dans l'autre; ainsi, par l'effet de l'une des rotations données, autour de AB par



exemple, et d'une translation le long de CD, par exemple, il y aurait une infinité de points fixes. Soit O l'un de ces points.

Pour avoir la direction de la vitesse résultant de sa translation, il faut mener les perpendiculaires OP à CD et OD′ à OP, dans le plan OPD; pour avoir la direction de la vitesse résultant de sa rotation, il faut, par le point O, mener une perpendiculaire au plan OAB; pour que les deux vitesses ainsi obtenues puissent se détruire, il faut donc que OD′ soit perpendiculaire au plan OAB. Mais le plan perpendiculaire à OD′, au point O, est aussi perpendiculaire à CD. Ainsi, en menant par un point quelconque de l'un des axes de rotation un plan perpendiculaire à la directrice de la translation résultante, ce plan renfermerait toujours le second axe de rotation, ce qui n'est possible que si ces deux axes sont compris dans un plan perpendiculaire à la directrice, fait contraire à l'hypothèse.

8. Composition d'un nombre quelconque de rotations. Elle est entièrement semblable à la composition d'un nombre quelconque de translations (n° 6).

9. Composition d'une translation et d'une rotation.

Si une translation et une rotation peuvent se combiner en une translation ou une rotation, c'est que, réciproquement, deux translations pourront se combiner en une rotation ou deux rotations en une translation, de sorte que l'on obtiendrait tous les cas possibles en retournant les déductions des cas β', β''' et β^{v}, pages 51, 52 et 60 *, mais le cas le plus utile est celui où la directrice de la translation et l'axe de la rotation se rencontrent. Pour le traiter, je n'emprunte aux paragraphes cités que ce seul fait :

* Parmi eux, on remarquerait le cas très-connu du roulement d'une circonférence sur une droite (ou en général sur une ligne quelconque) dans un plan, roulement qui se compose à chaque instant d'une translation le long de cette droite (ou de la tangente) comme directrice, et d'une rotation simultanée autour de l'axe de la circonférence. On verrait par l'application des principes précédents que ces deux mouvements se combinent en une rotation autour d'un axe passant par le point de contact et normal au plan du mouvement, ce qui doit être. La courbe peut être gauche, pourvu que la circonférence se meuve à chaque instant dans son plan osculateur.

Si une translation et une rotation se combinent en une translation ou une rotation, l'axe de la rotation donnée est toujours perpendiculaire en direction à la directrice de la translation donnée, c'est-à-dire que, par chacune de ces droites, on peut mener un plan perpendiculaire à l'autre.

Cela posé, soit AB la directrice de la translation; v sa vitesse; A, perpendiculaire au plan du papier, l'axe de la rotation, ω sa vitesse angulaire.

Je suppose à ces vitesses le sens indiqué par les flèches de la figure, mais les conclusions sont évidemment générales.

1° Soit $v < \frac{2\pi\omega}{\text{circ } 1}$.

Alors la résultante est une rotation autour d'un axe X perpendiculaire au papier et situé à droite du point A, à une distance $AX = x$ donnée par l'équation

$$v\, eqx = \omega \frac{\text{circ } x}{\text{circ } 1},$$

d'où

$$e^{2x} = \frac{1 + \frac{v \text{ circ } 1}{2\pi\omega}}{1 - \frac{v \text{ circ } 1}{2\pi\omega}}.$$

2° Soit $v > \frac{2\pi\omega}{\text{circ } 1}$.

Alors la résultante est une translation le long d'une directrice située à droite, perpendiculaire à AX et à une distance $AX = x$ donnée par l'équation

$$v\, eqx - \omega \frac{\text{circ } x}{\text{circ } 1} = \frac{v}{eqx},$$

d'où

$$e^{2x} = \frac{v + \frac{2\pi\omega}{\text{circ } 1}}{v - \frac{2\pi\omega}{\text{circ } 1}} \text{*}.$$

* Résolvant par le second degré, on trouve $e^{2x} = \frac{v \pm \frac{2\pi\omega}{\text{circ } 1}}{v - \frac{2\pi\omega}{\text{circ } 1}}$, mais le signe inférieur correspond évidemment à une solution étrangère.

On s'assurerait d'ailleurs très-aisément que tous les points du plan, et par suite du système rigide, acquièrent ainsi la vitesse voulue, mais, pour une raison déjà donnée deux fois, il suffit de le vérifier pour deux points; or, cela est visible pour les points A et X, en donnant à la translation résultante la vitesse $\frac{v}{eq\, x}$.

3° Soit $v = \frac{2\pi\omega}{\text{circ } 1}$. Alors le mouvement résultant est horicirculaire, et tous les points du plan ABX décrivent des horicycles normaux à AX. Le système rigide suit ce mouvement.

On voit qu'un mouvement de translation et un mouvement de rotation, dont la directrice et l'axe se rencontrent, peuvent ou non se composer en une translation ou en une rotation, suivant que cet axe et cette directrice sont ou non perpendiculaires entre eux.

10. *Composition d'un nombre quelconque de translations et de rotations.* — S'il n'y a que des translations, on pourra les réduire à deux (6), puis réduire ces deux translations par les méthodes du n° 5. Il en sera de même s'il n'y a que des rotations (n°s 7 et 8). Mais, dans tous les cas, on pourra remplacer l'ensemble des mouvements par une translation empruntée à un point quelconque du système et une rotation autour d'un axe passant par ce point, et on rentrera alors dans le cas du n° 9.

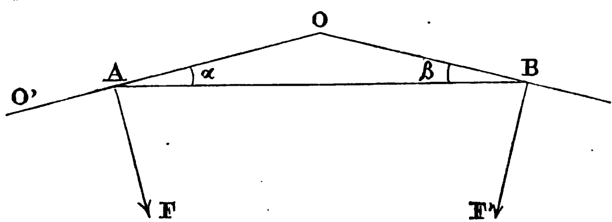
Les notions de cinématique qui précédent suffisent pour l'étude de la dynamique et aussi pour montrer en quoi la solution d'une question quelconque dans la cinématique abstraite différera de la solution correspondante dans la cinématique usitée.

QUATRIÈME PARTIE.

STATIQUE.

---

1. *Composition des forces concourantes.* — On peut supposer d'abord qu'elles agissent sur un seul point matériel, placé au point d'intersection de leurs directions, et alors, en appliquant mot à mot aux forces les raisonnements appliqués aux vitesses dans la cinématique (n° 1), on voit que la composition et la décomposition des forces concourantes sont les mêmes dans la statique abstraite que dans la statique usitée. Ces propriétés, établies pour des forces agissant sur un seul point matériel, s'appliquent ensuite à des forces agissant en un point quelconque d'un système matériel rigide, pour des raisons qui sont encore les mêmes que dans la statique usitée et que l'on peut lire dans les préliminaires de la *Statique* de Poinsot.



2. *Principe du levier.* — Je considère d'abord, avec Poinsot, un levier courbe AOB; j'applique à ses extrémités et perpendiculairement à ses bras les forces F et F′, et je vais chercher la condition nécessaire pour que ces forces se fassent équilibre. A cet effet je décompose F suivant AO′ et AB; la force suivant AO′

sera détruite par la résistance du point fixe O et la composante suivant AB sera (1) $\frac{F}{\sin\alpha}$; de même la force F′ pourra se décomposer en une force suivant le prolongement de OB, force qui sera détruite par la résistance du point fixe et une force $\frac{F'}{\sin\beta}$ dirigée suivant BA. Les forces restantes suivant AB doivent se détruire séparément, sinon l'équilibre serait impossible; on a donc

$$\frac{F}{\sin\alpha}=\frac{F'}{\sin\beta}$$

Mais (*Journal de Crelle*, page 299, ligne 8)

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=\frac{e^{OB}-e^{-OB}}{e^{OA}-e^{-OA}}=\frac{\text{circ OB}}{\text{circ OA}},$$

ce qui est évident aussi d'après le premier énoncé cinématique, en calculant circ OC dans les deux triangles OCA, OCB.

Donc

$$\frac{F}{F'}=\frac{\text{circ OB}}{\text{circ OA}};$$

ainsi les forces qui se font équilibre sur un levier sont en raison inverse des circonférences décrites sur leurs bras de levier comme rayons, comme dans la statique usitée, mais non pas en raison inverse de leurs bras de levier, déduction légitime dans la statique usitée, mais fausse dans la statique abstraite.

Les conclusions, étant indépendantes de la grandeur de l'angle AOB, subsistent encore quand le levier est droit.

On les étendrait aisément à un levier quelconque, par exemple à celui où le point fixe ne serait pas situé entre la puissance et la résistance.

3. *Composition de deux forces en général.*

a. Les forces situées dans le même plan et se rencontrant.

b. Les forces situées dans le même plan et ayant une perpendiculaire commune.

c. Les forces situées dans le même plan et parallèles.

d. Les forces non situées dans le même plan.

a. Le premier cas est traité au n° 1.

b. *b'*. Elles sont dirigées dans le même sens.
b''. Elles sont dirigées en sens inverse.

b'. Reprenant le second raisonnement relatif à la composition de deux translations dans les mêmes circonstances, pages 49 et suivantes, ainsi que la figure qui s'y rapporte, on voit que la résultante F'' est appliquée en un point C de AB tel que

$$\frac{\mathrm{F}}{\mathrm{F'}} = \frac{\mathrm{circ}\, b}{\mathrm{circ}\, a}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1).$$

perpendiculairement à AB et vers le bas, et que

$$\mathrm{F''} = \mathrm{F}\, eq\, a + \mathrm{F'}\, eq\, b \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2).$$

On a ici, pour la première de ces équations, un moyen de vérification qui faisait défaut dans la cinématique (où il y en avait un autre), c'est le principe du levier. En effet, il faut qu'en appliquant F'' en sens inverse, il y ait équilibre entre F, F' et F''; fixant alors le point C, ce qui détruit F'', il doit y avoir équilibre entre F et F', sur le levier C, ce qui rend précisément cette équation (1).

Le même procédé peut d'ailleurs servir à vérifier la seconde, car si l'on fixe B au lieu de C, il vient

$$\frac{\mathrm{F}}{\mathrm{F''}} = \frac{\mathrm{circ}\, b}{\mathrm{circ}\,(a + b)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

et la combinaison de (1) et (3) reproduit (2). On arriverait à une troisième vérification en fixant le point A.

La composition de deux forces perpendiculaires à une droite dans un plan et dans le même sens fournit celle d'un nombre quelconque de forces perpendiculaires à une droite dans un plan, ou bien perpendiculaires à un même plan, pourvu que ces forces soient toutes dirigées dans le même sens.

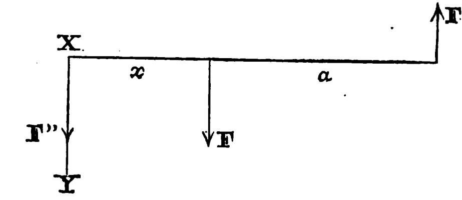
b''. Les forces sont dirigées en sens inverse.

β. Soit $\mathrm{F} > \mathrm{F'}e^{a}$. Les deux forces peuvent alors être remplacées par une force F'' agissant suivant XY, en dehors, du côté de la

plus grande force et dans le même sens, et telle que l'on ait

$$\frac{\text{circ } x}{\text{circ }(x+a)} = \frac{F'}{F},$$

ce qui conduit à une valeur réelle et positive pour x (page 50) et $F'' eq x = F - F' eq a$.



En effet, il est évident d'après (b') que, dans ces circonstances, la force F est la résultante de F′, et de F″ prise en sens inverse.

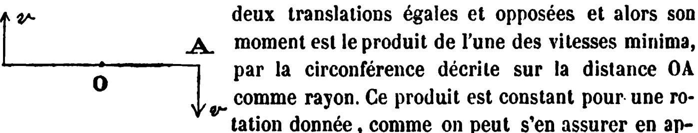
β'. Soit $F < F' e^a$, mais $> F'$. Alors les deux forces ne peuvent plus se composer en une force, mais en un couple dont il me serait aisé de chercher l'axe.

Comme je n'aurai pas besoin des couples dans ce qui suit, je n'insisterai pas sur ce point et je me bornerai à résumer ici les analogies entre la composition des forces et des translations perpendiculaires à une droite dans un plan, analogies qui découlent sans difficulté de la première d'entre elles et du théorème relatif à la réduction des translations et des forces à deux.

1° Quand deux translations se combinent en une translation, deux forces numériquement égales à ces translations et semblablement placées se combinent en une force égale à la translation résultante et semblablement placée.

2° Quand deux translations se combinent en une rotation, deux forces égales à ces translations et semblablement placées se combinent en un couple ayant pour axe et pour moment, l'axe et le moment de la rotation résultante *.

* Le moment d'un couple est le produit de l'une des forces qui le composent par la circonférence décrite avec le bras de levier de cette force comme rayon. De même toute rotation peut être considérée comme la résultante de deux translations égales et opposées et alors son moment est le produit de l'une des vitesses minima, par la circonférence décrite sur la distance OA comme rayon. Ce produit est constant pour une rotation donnée, comme on peut s'en assurer en appliquant les principes de la cinématique.



3° Quand deux rotations se combinent en une rotation, deux couples ayant pour axes et pour moments les axes et les moments des rotations données, se combinent en un couple ayant pour axe et pour moment l'axe et le moment de la rotation résultante.

4° Quand deux rotations se combinent en une translation, deux couples ayant pour axes et pour moments les axes et les moments des rotations données, se combinent en une seule force égale à la translation résultante et semblablement placée.

5° Une force et un couple peuvent ou non se ramener à une force ou à un couple suivant que la force et l'axe du couple sont ou non perpendiculaires et la composition se fait comme celle d'une translation et d'une rotation, d'après les mêmes conventions que ci-dessus.

En résumé, les couples se substituent aux rotations comme les forces aux translations.

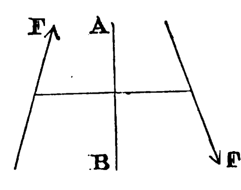
Il ne peut plus rester maintenant aucun cas douteux dans la composition des forces perpendiculaires à une droite dans un plan.

c. Les forces situées dans le même plan et parallèles.

Par les mêmes raisonnements que dans la cinématique, j'arrive à ce théorème :

Les forces parallèles (dans le sens nouveau du mot) se combinent dans la statique abstraite comme les forces parallèles (dans le sens ancien du mot) dans la statique usitée.

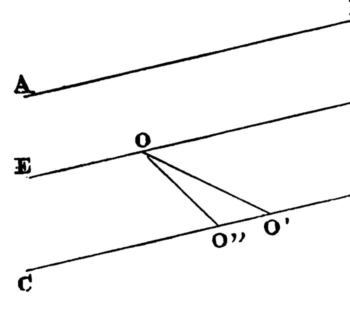
Un cas échappe donc encore à la règle; c'est celui où l'on considère deux forces parallèles, égales et de sens inverse. Alors les deux forces données n'ont pas de résultante proprement dite, mais si l'on se laisse conduire par la raison d'analogie, on peut dire qu'elles ont pour résultante une force perpendiculaire à l'axe de symétrie AB, au point situé à l'infini sur cet axe et vers le haut, que cette résultante est dirigée vers la droite, mais est nulle ou infiniment petite.



d. Les forces non situées dans le même plan.

Alors elles ne peuvent se remplacer ni par une force, ni par un couple.

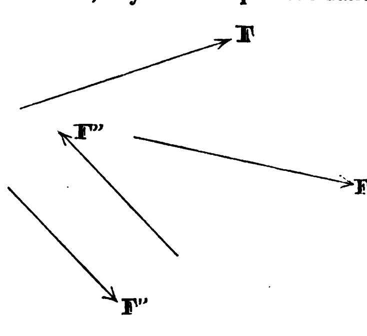
En effet si elles pouvaient se remplacer par une force, celle-ci, prise en sens inverse, devrait faire équilibre aux deux forces données. Soient AB, CD, les directions des forces données; EF la direction de leur résultante supposée. Je prends un point O sur EF et deux points O′, O″, sur CD; je les joins par les droites OO′, OO″. De ces deux droites, il y en a une au moins qui n'est pas dans un même plan avec AB; car si ABOO″ était un plan aussi bien que ABOO′, ces deux plans ayant AB et O communs coïncideraient, donc alors AB et CD seraient dans un même plan, ce qui est contre l'hypothèse.



Soit OO′ la droite non située dans un même plan avec AB. Je fixe l'axe OO′.

Dès lors, les forces suivant CD et EF sont détruites et l'équilibre devant subsister, la force suivant AB ne pourrait produire aucune rotation autour de OO′, ce qui est impossible, puisqu'elle n'est pas dans un même plan avec OO′.

Si, maintenant, les deux forces données pouvaient se remplacer par un couple, réciproquement, en prenant le couple en sens inverse, il y aurait équilibre dans le système de forces que représente la figure, F″ F″ étant le couple en question. Mais on voit au n° suivant que les quatre forces de ce système peuvent se réduire à deux par une construction qui est la même que celle qui servirait à réduire à deux quatre translations égales à ces forces et semblablement placées. Si donc il y avait



réellement équilibre, c'est-à-dire si les deux forces résultantes se détruisaient, les translations résultantes devraient se détruire aussi, mais alors les translations FF′ devraient se réduire aux translations F″ F″, lesquelles se composent elles-mêmes en une rotation, donc deux translations le long de directrices non situées dans un même plan se composeraient en une rotation, ce qui a été démontré impossible.

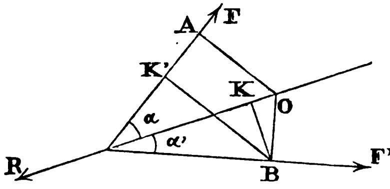
4. *Composition d'un nombre quelconque de forces.* — Elle est entièrement semblable à la composition d'un nombre quelconque de translations (Cinématique, n° 6).

5. *Principe du travail ou des déplacements virtuels.* — Il suffit d'étudier la belle démonstration de ce principe, par les poulies mouflées, donnée par l'illustre Lagrange dans sa *Mécanique analytique,* démonstration reproduite et commentée depuis par plusieurs auteurs, pour reconnaître qu'elle est entièrement indépendante de l'axiome XI d'Euclide.

La première fois que j'ai fait cette remarque importante, je pensais qu'il serait possible de la faire servir à démontrer l'axiome XI, mais je n'ai pas tardé à revenir de mon erreur sur ce point; au contraire, le principe du travail vient vérifier et redémontrer tout ce qui précède et pourrait servir, à lui seul, à établir toute la statique abstraite.

En effet, il contient d'abord le principe du levier tel qu'on l'énonce dans la statique abstraite *, car si l'on fait subir au levier droit AOB un déplacement infiniment petit autour du point O, les arcs décrits par les points A et B, correspondant au même angle au centre, seront entre eux comme les circonférences entières et l'on aura F circ OA = F′ circ OB, ce qui est le résultat obtenu plus haut. Du principe du levier on déduirait comme suit la composition des forces concourantes. Soient deux forces F, F′

* Et non tel qu'on l'énonce dans la statique usitée. Pour celui-ci, on introduit implicitement ce théorème de géométrie usitée « que les circonférences sont entre elles comme leurs rayons » ce qui n'est pas vrai dans la géométrie abstraite.



et leur résultante statique R. Si je fixe un point quelconque O sur la direction de cette résultante, il doit y avoir équilibre entre F et F' autour de ce point. On aura donc F circ OA = F' circ OB. Mais (*Journal de Crelle*, pages 296 et 307, ou 1[er] énoncé cinématique)

$$\frac{\text{circ OA}}{\text{circ OB}} = \frac{e^{OA} - e^{-OA}}{e^{OB} - e^{-OB}} = \frac{\sin\alpha}{\sin\alpha'},$$

donc F sin α = F' sin α', ce qui précise la direction de la résultante. Pour trouver sa grandeur, je fixe le point B. Il vient alors

$$\text{R circ BK} = \text{F circ BK}'$$

ou

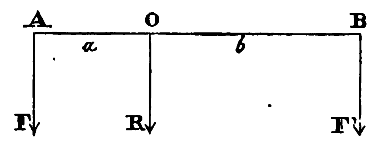
$$\text{R}\sin\alpha' = \text{F}\sin(\alpha + \alpha')$$

$$\text{R} = \text{F}\frac{\sin(\alpha+\alpha')}{\sin\alpha'} = \text{F}\cos\alpha + \text{F}'\cos\alpha',$$

résultats conformes à ceux qui précèdent.

Enfin, de la composition des forces concourantes, on déduirait celle des forces perpendiculaires à une même droite par le même moyen que ci-dessus. Mais on peut aussi en faire la vérification directe par le principe du travail et même de deux manières. L'une revient à l'application du principe du levier (pages 65 et 66), mais l'autre est tout à fait nouvelle et n'a pas son analogue dans la statique usitée.

Que l'on donne successivement au système trois translations le long des trois directrices OR, AF, BF' et le principe du travail fournira les équations



$$\text{R} = \text{F}\ eq\ a + \text{F}'\ eq\ b.$$
$$\text{F} = \text{R}\ eq\ a - \text{F}'\ eq\ (a+b)$$
$$\text{F}' = \text{R}\ eq\ a - \text{F}\ eq\ (a+b)$$

équations dont les analogues, dans la statique usitée, se réduiraient à une seule, et ne fourniraient que la grandeur de la résultante, mais non pas sa position, tandis qu'ici elles se réduisent à deux et déterminent toutes les circonstances du problème, en les combinant avec $a + b = AB$ et prenant R, a, b, comme inconnues dans les trois équations ainsi formées. On retrouve, de cette manière, la relation connue entre a et b. Il semble donc que la concordance des résultats se montre plus complète encore dans la statique abstraite que dans la statique usitée *.

6. Tous les moyens indiqués ci-dessus, c'est-à-dire ceux qu'emploie habituellement la statique usitée, me conduisent invariablement au résultat $R = F \, eq \, a + F' \, eq \, b$.

Si $a = b$, ce résultat devient

$$R = 2F \, eq \, a$$

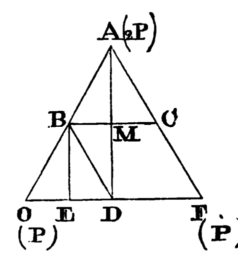
et la résultante est naturellement appliquée au milieu de AB. Je vais vérifier directement ce résultat par une méthode empruntée à la *Mécanique analytique* de Lagrange, et par laquelle ce géomètre arrive à un résultat différent parce qu'il admet l'axiome XI d'Euclide **.

Si l'on applique, perpendiculairement au plan du papier, les deux forces P aux extrémités de la base d'un triangle isocèle,

* « Jeu d'analyse » diront les géomètres euclidiens. « Opinion commode » leur répondrai-je « et que je vous envie jusqu'à un certain point, parce que, supprimant le doute sur les bases de la science, elle laisse tout votre temps disponible pour l'étude de questions plus pratiques et plus fructueuses; mais opinion qui n'est chez vous qu'une habitude acquise et peut être, pour parler comme Gauss, une illusion. »

** Il l'admettait parce qu'il avait reconnu que la trigonométrie sphérique en était indépendante (Houël, *Essai critique sur les principes fondamentaux de la géométrie,* Paris, Gauthier Villars, 1867, page 76), et qu'il croyait pouvoir tirer de là une démonstration de cet axiome. Mais si Lagrange revivait aujourd'hui, il devrait abandonner cette idée en présence des découvertes faites dans la géométrie abstraite, et chercher une autre base à ses opinions euclidiennes, ou bien se ranger à l'avis de Gauss et de ses disciples.





et la force 2P au sommet; en décomposant la force 2P en deux forces égales à P, on voit que la résultante générale doit être appliquée au milieu M de la droite qui joint les milieux des côtés égaux. Dès lors, en appelant x la résultante des deux forces égales à P, on aura

$$x \text{ circ MD} = 2\text{P circ AM}.$$

Mais

$$\text{circ AM} = \text{circ AB sin ABM},$$

et

$$\text{circ MD} = \text{circ BD sin MBD},$$

d'où

$$\frac{\text{circ AM}}{\text{circ MD}} = \frac{\text{circ AB sin ABM}}{\text{circ BD sin MBD}} = \frac{\text{circ BO sin ABM}}{\text{circ BD sin MBD}}.$$

Si l'on observe que circ BE peut être calculée dans les deux triangles BEO, BED, il vient

$$\frac{\text{circ BO}}{\text{circ BD}} = \frac{\text{sin BDO}}{\text{sin BOD}},$$

d'où

$$\frac{\text{circ AM}}{\text{circ MD}} = \frac{\text{sin BDO sin ABM}}{\text{sin BOD sin MBD}},$$

mais eq BM peut aussi être calculée dans les deux triangles BMA, BMD, ce qui donne

$$\frac{\text{cos BAM}}{\text{sin ABM}} = \frac{\text{sin BDO}}{\text{sin MBD}} = \frac{\text{sin BDO sin ABM}}{\text{sin MBD}} = \text{cos BAM}.$$

$$\frac{\text{circ AM}}{\text{circ MD}} = \frac{\text{cos BAM}}{\text{sin BOD}} = eq\,\text{OD},$$

et enfin

$$x = 2\text{P}\ eq\,\text{OD},$$

résultat conforme à tous les précédents.

D'après tout cela, il est évident qu'il n'est pas une question dans la statique usitée qu'on ne puisse résoudre dans la statique abstraite, sans rencontrer plus de difficulté dans les idées, mais seulement plus de complication dans les calculs. Je ferai observer, en passant, que la notion si simple et si féconde du centre de gravité disparaît dans la statique abstraite, ou du moins n'est plus qu'approxima-

tive. Il n'existe pas de point dans la mécanique abstraite qui jouisse des propriétés statiques et dynamiques que l'on attribue au centre de gravité dans la mécanique usitée. Les six équations d'équilibre d'un système quelconque restent vraies, mais, dans celles de rotation, les moments doivent se prendre en multipliant la composante normale (à l'axe et à la perpendiculaire commune à l'axe et à la force) par la circonférence décrite avec cette perpendiculaire comme rayon, et celles de translation ne sont que l'application pure et simple du principe du travail, en donnant à tout le système une translation dans le sens de l'axe considéré.

7. Les principes fondamentaux de la statique peuvent se réduire à quatre; le principe du travail, la composition des forces concourantes; la composition des forces parallèles (sens ancien du mot) et le principe du levier.

Un fait assez remarquable est que, dans la statique usitée, l'on peut démontrer directement chacun de ces quatre principes, sans invoquer aucun des trois autres. Une fois l'un établi, on peut *à fortiori* en tirer les trois autres, puisque l'on a alors plus de données qu'il n'en faut. Mais l'ordre à suivre n'est pas indifférent. Dans chacun des quatre systèmes, il y a un ordre qui est, soit le plus rigoureux, soit le plus court ou le plus élégant.

Voici l'ordre des principes dans les quatre systèmes.

I.

Travail.
Levier.
Forces concourantes.
Forces parallèles.

II.

Forces concourantes.
Forces parallèles } indifféremment.
Levier }
Travail (placé le dernier chaque fois qu'il n'est pas le premier, parce que la connaissance des trois autres n'ajoute rien aux moyens de le démontrer rigoureusement).

III.

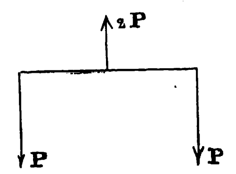
Levier.
Forces concourantes.
Forces parallèles.
Travail.

IV.

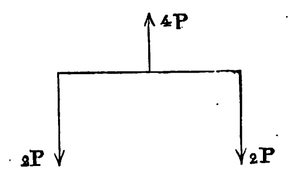
Forces parallèles.
Levier.
Forces concourantes.
Travail.

Les deux premières méthodes sont appliquées dans ce qui précède à la statique abstraite et s'appliquent de même, mais plus simplement, à la statique usitée. La troisième méthode a été appliquée à la statique usitée par M. Steichen (*Cours de statique élémentaire*), sauf que cet auteur ne s'occupe pas des forces parallèles.

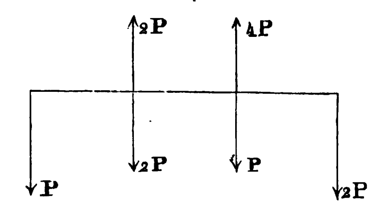
La quatrième serait analogue à la troisième. En voici un résumé. Ayant établi, comme M. Steichen (d'après Lagrange), la composition de deux forces parallèles et égales, on superposerait les deux systèmes



et

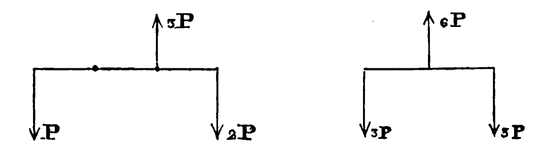


comme l'indique cette troisième figure

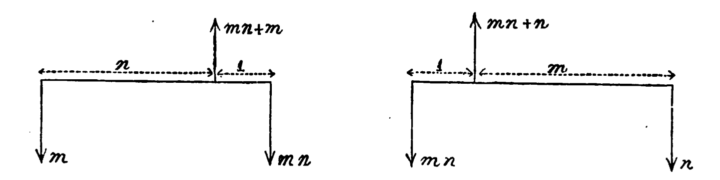


et, supprimant les forces qui se détruisent, on connaîtrait la composition de deux forces 2 et 1. Continuant ainsi, on arriverait

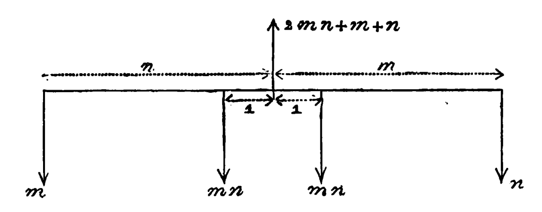
d'abord à la composition des forces 3 et 1 par la superposition de ces deux systèmes



puis de même à la composition des forces m et 1. Pour composer deux forces m et n, on superposerait les deux systèmes



de manière à former le système



et on supprimerait ensuite les forces égales mn et leur résultante $2mn$. Enfin la commune mesure étant arbitraire, le cas de la commensurabilité implique celui de l'incommensurabilité et la composition des forces parallèles se trouve établie pour tous les cas. Le principe du levier se tirerait des forces parallèles en fixant l'un des points d'application et le reste s'achèverait comme précédemment.

Le contenu de ce numéro semble sortir un peu du sujet indiqué par le titre du mémoire; mais je me hâte d'y rentrer : mon but est de faire remarquer que les méthodes III et IV ne peuvent pas servir, dans la statique abstraite, à en établir *complétement*

et rigoureusement les principes; du moins je n'en vois pas le moyen; mais une fois ces principes connus, ils se vérifient très-bien en suivant pas à pas l'une de ces méthodes et cette vérification, qui est commencée au n° 6 pour le cas de deux forces égales et perpendiculaires à une même droite, est tellement simple que j'abandonne au lecteur le soin de l'achever.



CINQUIÈME PARTIE.

DYNAMIQUE.

---

1. La démonstration de la formule $F = m \frac{dv}{dt}$, qui donne la valeur de la force capable d'imprimer ou d'enlever la vitesse dv à un point matériel de masse m au bout du temps dt, n'a évidemment rien de commun avec l'axiome XI d'Euclide. Je la suppose donc établie.

Je suppose aussi connu le principe de d'Alembert, en adoptant de préférence son second énoncé (Poisson, *Mécanique*, p. 215 *), c'est-à-dire « qu'il y a constamment équilibre entre les forces données qui agissent sur tous les points d'un système de points matériels en mouvement et les forces auxquelles sont dus les accroissements infiniment petits de vitesse qui ont lieu à chaque instant, ces dernières forces étant prises en sens contraire de leurs directions. »

D'après cela, pour trouver la force ou les forces capables d'imprimer un mouvement donné à un corps rigide, on composera entre elles les petites forces capables séparément de produire le mouvement de chaque molécule de ce corps.

Et réciproquement, pour trouver le mouvement qu'une force communique à un corps rigide, il faut chercher à décomposer cette force en petites forces capables d'imprimer séparément à chaque molécule des mouvements compatibles avec la liaison du

* *Traité de mécanique*, par Poisson, 3me édition, revue par Garnier, de l'Académie royale de Belgique. Bruxelles, 1838.

système. Le mouvement de rotation autour d'un axe, par exemple, donnerait lieu à la considération du moment d'inertie de rotation. Ce moment d'inertie serait exprimé par Σm circ$^2 r$, au lieu de Σmr^2, et la force agissant avec un bras de levier R et capable d'imprimer au corps autour d'un axe fixe une vitesse angulaire ω, au bout d'un temps t, aurait pour expression $\frac{\omega\Sigma m \text{ circ}^2 r}{\text{circ } R.t}$. Ceci est assez conforme à ce qui arrive dans la dynamique usitée, mais, dans la dynamique abstraite, il y a aussi des moments d'inertie de translation ou de glissement. Le moment d'inertie de glissement d'un corps le long d'un axe serait exprimé par $\Sigma m\, eq^2 r$ et la force agissant à une distance R de l'axe de glissement et capable d'imprimer au corps une vitesse v au bout d'un temps t, aurait pour expression $\frac{v\Sigma m\, eq^2 r}{eq\, R.t}$.

Les deux règles énoncées plus haut se basent sur cet axiome relatif à la constitution des corps, que les forces intérieures qui maintiennent les molécules réunies et à des distances déterminées n'entrent en jeu que lorsque les forces appliquées à chacune des molécules tendent à leur imprimer des mouvements qui feraient varier ces distances, mais que chaque molécule se meut comme si elle était isolée tant que les mouvements imprimés par ces forces sont compatibles avec la liaison du système.

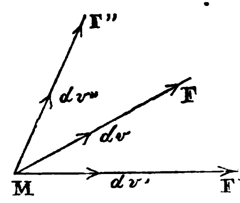
Il ne s'agit, en général, dans l'application de ces règles, que des mouvements initiaux, car ce n'est que dans des cas très-particuliers que ces mouvements peuvent se continuer sans modifications dans la suite du temps. On y reviendra.

La décomposition indiquée dans la seconde règle ne peut jamais se faire que d'une manière, sinon une même force pourrait produire deux effets différents, ce qui est absurde.

La seconde règle peut subir une modification de forme qui en facilite quelquefois l'application.

Pour trouver l'effet d'une force sur un corps, on peut la décomposer en deux ou plusieurs forces dont l'effet soit plus facile à déterminer, puis composer entre eux les mouvements du corps, résultant de l'action de ces forces composantes.

Si l'on suppose, en effet, qu'il s'agisse d'abord d'une simple molécule de masse m, une force F agissant sur elle lui communique-



rait au bout du temps dt une vitesse dv donnée par $F = \frac{mdv}{dt}$. Si je décompose F en F' et F'', et dv en dv' et dv'', suivant les mêmes directions, on aura $F' = \frac{mdv'}{dt}$ et $F'' = \frac{mdv''}{dt}$, puisque les vitesses se décomposent de la même manière que les forces.

On voit donc que, pour trouver dv, on aurait pu décomposer F en F' et F'', chercher les vitesses dv' et dv'' résultant de ces deux composantes, puis recomposer dv' et dv''. C'est ce qu'il fallait établir. Mais on pourrait aussi, lorsque le principe n'est appliqué qu'à une seule molécule, le considérer comme un axiome aussi évident que tous les autres axiomes de la mécanique. En effet, si la force F peut se décomposer en F' et F'', réciproquement F' et F'' peuvent se recomposer en F. J'imagine donc que la molécule m soit attachée à la feuille de papier supérieure (*voir* l'image citée page 8 pour la composition des vitesses), que la force F' soit appliquée à cette première feuille en passant par le point m, et la force F'' à la deuxième feuille (qui ne peut se mouvoir sans entraîner la première) et en passant aussi par le point m. En réalité chaque force est donc appliquée à la masse m, les feuilles de papier étant supposées immatérielles, mais rigides; et, par conséquent, m est soumis à la fois aux deux forces F' et F'' ou à leur résultante F. Mais F' fera mouvoir la première feuille de papier avec une vitesse dv' donnée par $F' = \frac{mdv'}{dt}$ et F'' fera mouvoir la 2me et la 1re réunies avec une vitesse dv'' donnée par $F'' = \frac{mdv''}{dt}$. La masse m aura donc à la fois ces deux vitesses et il suffira de les recomposer pour avoir sa vitesse totale, dans l'espace absolu ou par rapport à la 3me feuille fixe *. Ceci fait voir que lorsque la formule générale $F = m\frac{dv}{dt}$ est préalablement démontrée,

* On peut se servir de cette même image des feuilles de papier superposées, sinon pour démontrer, au moins pour rendre sensibles les principes de la proportionnalité des vitesses aux forces et aux temps (principes nécessaires dans la démonstration de la formule fondamentale $F = m\frac{dv}{dt}$) et aussi pour rendre sensible la composition d'un mouvement initial, dû à l'action actuelle d'une force, avec un mouvement déjà acquis, ce qui est la base du principe de d'Alembert.

la composition des forces peut se tirer de la composition des vitesses, en cherchant la vitesse produite au bout d'un temps *dt* par chacune des composantes, recomposant ces vitesses en une seule, puis cherchant la force capable d'imprimer à la masse donnée la vitesse résultante. La statique peut donc s'appuyer sur la cinématique et la dynamique. La composition des forces concourantes établie, on reprendrait ensuite le système n° II, page 75. Mais je reviens maintenant à la modification apportée à la seconde règle et je vais la généraliser.

Soit une force F appliquée à un système rigide et que je décompose en F', F'' . . . .

Si F' se décompose sur chaque molécule du corps en

$$F'_m \; F'_{m'} \; . \; . \; . \; . \; . \quad \text{et } F'' \text{ en}$$
$$F''_m \; F''_{m'} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

Il est évident que F peut se décomposer en

$$\begin{pmatrix} F'_m \\ F''_m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F'_{m'} \\ F''_{m'} \end{pmatrix} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

Soient

$$V'_m \; V'_{m'} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; ,$$

les mouvements des molécules sous l'action de F';

$$V''_m \; V''_{m'} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

ces mouvements sous l'action de F''.

Comme le système $\begin{pmatrix} F'_m \\ F''_m \end{pmatrix}$ doit produire la vitesse résultante $\begin{pmatrix} V'_m \\ V''_m \end{pmatrix}$ d'après le théorème précédent, il s'ensuit que la force F produira le mouvement

$$\begin{pmatrix} V'_m \\ V''_m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V'_{m'} \\ V''_{m'} \end{pmatrix} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; ,$$

mouvement qui est compatible avec la liaison du système puisqu'il est la résultante des deux mouvements

$$V'_m \; V'_{m'} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

et

$$V''_m \; V''_{m'} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; .$$

Or, le premier de ces mouvements résulte de F′ et le second de F″, donc pour trouver le mouvement d'un corps rigide sous l'action d'une force F, on peut décomposer cette force en d'autres, chercher les mouvements que ces forces composantes donneraient au système, puis recomposer ces mouvements. La réciproque est évidente.

Ces bases admises, il est facile, comme le dit Poisson (*Traité de Mécanique*, édition citée, page 214), de ramener toutes les questions relatives au mouvement à de simples questions d'équilibre, toujours résolubles par les règles précédentes. Je n'ai donc aucune règle nouvelle à poser dans cette partie, mais je vais montrer d'abord que la recherche des forces capables d'un mouvement donné ou celle du mouvement produit par des forces données pourra toujours s'effectuer d'une manière élégante par l'emploi des six équations d'équilibre, lorsqu'il s'agit d'un système rigide.

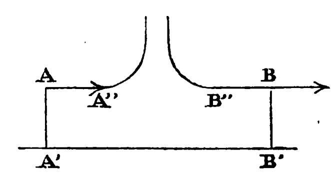
En effet, si l'on demande les forces capables d'un mouvement donné, on peut choisir arbitrairement trois axes rectangulaires et faire passer l'une des résultantes par l'origine (4me partie). On peut alors prendre comme inconnues les angles formés par cette résultante avec deux des axes et les quatre coordonnées des deux points où la seconde résultante coupe deux des plans formés par les axes choisis. On aura alors tout ce qu'il faudra pour calculer les éléments qui doivent entrer dans les six équations d'équilibre. Celles-ci fourniront les six inconnues. Réciproquement, si l'on demande le mouvement qu'impriment des forces données, on peut encore choisir arbitrairement un point, y faire passer trois axes rectangulaires et prendre pour inconnues : 1° le mouvement actuel de ce point, c'est-à-dire deux des angles que forme la direction de sa vitesse avec les axes, puis cette vitesse elle-même; 2° le mouvement du corps autour de ce point, c'est-à-dire deux des angles que forme l'axe instantané avec les axes coordonnés, puis la vitesse angulaire de la rotation. Il y aura donc six inconnues, qui seront encore fournies par les six équations d'équilibre établies entre les forces données et les petites forces capables des translations et des rotations supposées.

Ayant ainsi trouvé le mouvement initial que communiqueraient

les forces données, il faudra le composer par les règles de la cinématique avec le mouvement acquis, pour obtenir le mouvement total du corps, pourvu que ce mouvement acquis soit une translation stable ou une rotation stable. On reviendra sur ce point.

2. Je vais maintenant traiter un exemple d'une question de dynamique abstraite qui me fournira des vérifications remarquables : trouver la force ou les forces capables d'un mouvement pur de translation sur un système matériel rigide plan.

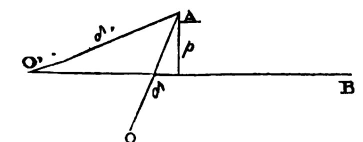
Tout d'abord, et pour plus de simplicité, j'écarterai les mouvements obliques, c'est-à-dire que je supposerai toujours la directrice de la translation perpendiculaire au plan du système, ou bien située dans ce plan. Je remarque maintenant entre ces deux cas une différence essentielle, qui rendra toujours le premier plus simple que le second, c'est que, dans ce premier cas, les forces capables de mouvoir chaque point matériel auront toujours une résultante (4e partie), tandis que, dans le second cas, on n'est certain de l'existence de la résultante que quand il s'agit de systèmes très petits. Pour prouver que, dans ce second cas, il n'y aura pas toujours de résultante, il me suffit de considérer le système très simple de deux points matériels égaux.



Soient A et B ces points, que je suppose situés à des distances égales AA′, BB′, au-dessus de la directrice A′ B′ du mouvement de translation qu'on veut leur imprimer. Les forces séparément nécessaires pour mouvoir A et B sont égales et dirigées suivant AA″ et B″B, mais rien ne prouve que les directions de ces forces se rencontrent; au contraire, si l'on prend A′ B′ ou AA′ suffisamment grand, elles deviendront parallèles, comme la figure l'indique symboliquement et, étant dirigées en sens inverse, n'auront pas de résultante unique.

Ainsi, chaque fois qu'il s'agira du second cas, il sera sous-entendu que le système considéré est assez petit pour que les forces capables du mouvement aient une résultante. Cela posé, je suppose que l'on donne au système plan une translation le long

d'une droite O, perpendiculaire à son plan; il faudra, pour cela, appliquer à chacun des points matériels du système plan les forces convenables pour les mouvoir. Si A est un point du système, de masse dm, situé à une distance δ du point O; si dv est la vitesse minima que doit prendre le système après le temps dt, la force à appliquer au point A sera $\frac{dm\, dv\, eq\, \delta}{dt}$. Si l'on cherche la résultante R des forces semblables, et si elle passe au point O′, qui, en général, ne coïncidera pas avec le point O, on aura, d'après le principe du travail,



$$R = \int \frac{dm\, dv\, eq\, \delta\, eq\, \delta'}{dt}$$

ou

$$R = \frac{dv}{dt} \int dm\, eq\, \delta\, eq\, \delta' \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

et, en outre,

$$R\, eq\, OO' = \frac{dv}{dt} \int dm\, eq^2\, \delta \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2).$$

De plus, si l'on fait passer par le point O′ une droite quelconque O′B, on aura encore

$$\int \frac{dm\, dv\, eq\, \delta\, \text{circ}\, p}{dt} = 0$$

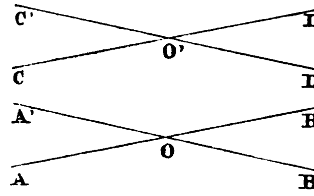
ou

$$\int dm\, eq\, \delta\, \text{circ}\, p = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

pourvu que l'on prenne circ p positivement pour les points situés d'un côté de l'axe O′B et négativement pour les points situés de l'autre côté.

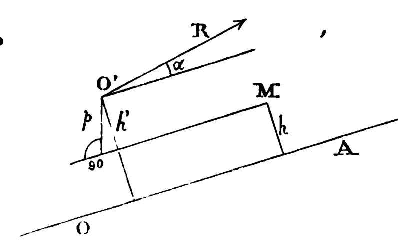
J'appellerai le point O centre de translation perpendiculaire et le point O′ centre de force perpendiculaire correspondant.

Je suppose maintenant qu'un système plan soit animé d'un mouvement de translation dans son plan, le long de la directrice AB, et soit CD la direction de la force capable de ce mouvement.



Soit A'B' (qui coupe AB en O) la directrice d'un second mouvement de translation et soit C'D' la direction de la force correspondante. Je dis d'abord que C'D' coupera CD. Car, s'il en était autrement, CD et C'D' seraient, ou parallèles, ou perpendiculaires à une même droite. Dans les deux cas, on pourrait, suivant ces deux droites et en sens inverse, appliquer deux forces égales. Chacune d'elles produirait une translation, l'une suivant AB, l'autre suivant A'B' et ces translations se composeraient en O. Donc une translation unique du système se trouverait produite par deux forces qui ne sauraient se combiner en une seule. Or j'ai pris le système assez petit pour que cela ne puisse pas arriver, donc la seconde force C'D' devra couper CD, en O', par exemple. Dès lors on voit, par un raisonnement analogue à celui qui précède, que toute translation dont la directrice passe au point O peut être produite par une force passant au point O'. J'appellerai le point O centre de translation plane et le point O' centre de force plane correspondant.

Si OA est la direction d'une translation plane, O' le centre de force correspondant à O, M un point du système, de masse *dm*, *dv* la vitesse minima après le temps *dt*, on aura, pour la force appliquée au point M,



$$\frac{dm\, dv\, eq\, h}{dt}$$

et, si la résultante est R, le principe du travail donnera

$$R \cos\alpha\ eq\, h' = \frac{dv}{dt}\int dm\ eq^2\, h, \ldots\ldots\ldots \quad (4).$$

et, en prenant les moments autour d'un axe O' perpendiculaire au papier,

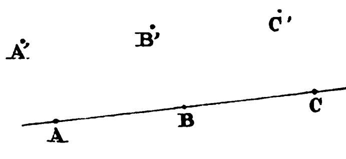
$$\int dm\ eq\, h \operatorname{circ} p = 0, \ldots\ldots\ldots \quad (5).$$

en ayant égard aux signes, suivant le sens de la rotation.

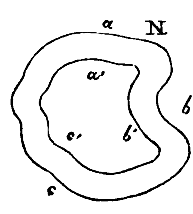
3. *Note sur les centres de translation et de force.*

Théorème. — Si plusieurs centres de translation plane ou perpendiculaire sont en ligne droite, il en est de même des centres de force correspondants.

Soient A, B, C trois centres de translation plane; A′, B′, C′ leurs centres de force; si je donne au système une translation suivant ABC, la force capable de cette translation devra passer à la fois par les centres de force correspondants à A, B et C, ce qui démontre le théorème pour ce cas. Soient maintenant A, B, C trois centres de translation perpendiculaire. Si j'applique en A et en C deux translations perpendiculaires au plan du papier, dans le même sens et dont je combine les grandeurs de manière que leur résultante passe au point B, la translation A pourra être produite par une force perpendiculaire au plan et passant par A′, et la translation C par une force appliquée en C′; d'ailleurs, l'ensemble des deux translations, ou la translation B, peut être produite par une force appliquée en B′; il faut donc que cette dernière soit la résultante des forces appliquées en A′ et en C′, et, dès lors, le point B′ se trouve sur A′C′.



Noyaux de translation. — Si l'on considère tous les points d'un plan comme des centres de translation plane ou perpendiculaire, et que l'on cherche pour chaque point le centre de force correspondant, tous ces centres de force formeront un noyau plein dont la forme variera avec celle du système matériel donné. Je l'appellerai noyau de translation. Soit N un pareil noyau. Il est aisé de voir que la limite *abc* de ce noyau correspond aux centres de translation qui sont situés à l'infini; mais si l'on considère maintenant la courbe *abc* elle-même comme un lieu de centres de translation, on obtiendra pour lieu des centres de force correspondants une autre courbe intérieure *a′b′c′*, et, continuant à



les resserrer, on finira naturellement par arriver à un point central qui sera à la fois centre de translation et centre de force. Je l'appellerai centre principal.

En général, le noyau de translation plane n'est pas le même que le noyau de translation perpendiculaire, ni le centre de translation plane le même que le centre de translation perpendiculaire, et cela suffit pour prouver qu'il n'y a plus ici de véritable centre de gravité.

Dans les translations perpendiculaires, la force passant par le centre principal donne seule une translation passant par ce point et naturellement dirigée dans le sens de la force. Toute force passant dans le noyau de translation donne aussi une translation pure, mais suivant une autre directrice; une force passant par un point de la courbe qui limite le noyau donne un mouvement horicirculaire; enfin une force passant en dehors du noyau ne donne plus une translation pure, mais un mouvement qui peut toujours se remplacer d'une infinité de manières par deux translations et qui, n'étant pas une translation, est nécessairement une rotation (*voir* la cinématique).

Dans les translations planes, toutes les forces passant par le centre prineipal donnent des translations passant par ce point, mais qui, en général, n'ont pas pour directrices les directions de ces forces. Toute force passant dans le noyau de translation donne une translation pure; une force tangente à la courbe qui limite ce noyau donne un mouvement horicirculaire; une force extérieure au noyau ne donne plus une translation pure, mais un mouvement qui peut se remplacer d'une infinité de manières par deux translations et qui est, par conséquent, une rotation.

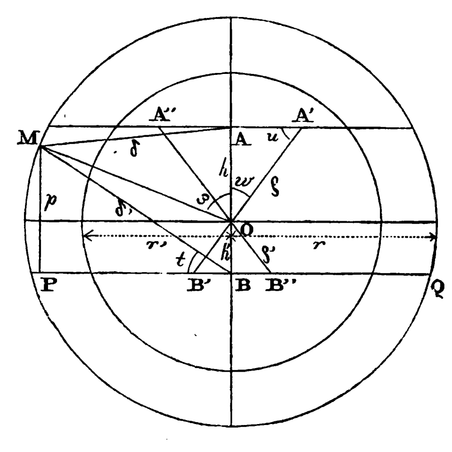
Ainsi dans la dynamique abstraite, on a ce théorème : toute force appliquée à un système matériel rigide plan, soit dans son plan, soit perpendiculairement à son plan lui donne 1° ou bien un mouvement de translation si elle tombe dans le noyau central; 2° ou bien un mouvement horicirculaire si elle tombe sur la limite du noyau central; 3° ou bien un mouvement de rotation si elle tombe hors du noyau central. J'ajouterai que ce noyau central, composé des centres de force correspondant à tous les cen-

tres de translation qui forment l'ensemble du plan, constitue une sorte de perspective de tous les points de ce plan, parce que si trois points du plan sont en ligne droite, leurs correspondants dans le noyau sont aussi en ligne droite.

Si le système plan devient infiniment petit, le noyau devient infiniment petit du second ordre et se confond alors avec le prétendu centre de gravité de la dynamique usitée *.

4. J'abandonne maintenant le cas général pour appliquer les équations (1) à (5) à un cas très-particulier, celui où le système considéré se compose de circonférences matérielles.

Je prendrai pour exemple deux circonférences de densités inégales, mais le cas ainsi traité, qui comprend déjà évidemment celui d'une seule circonférence, suffit aussi pour montrer que la vérification se ferait de la même manière avec un plus grand nombre de circonférences et, par suite, avec une couronne circulaire ou un cercle entier.



Je suppose que A soit un centre de translation et B le centre de force correspond[nt]. Les points A et B seront évidemment situés sur un même diamètre. Soit OA $= h$, OB $= h'$. Je vais chercher la relation générale qui existe entre h et h' pour une position quelconque de l'un de ces points.

* Dans l'article qu'on vient de lire, je me suis borné à citer des résultats, faciles à vérifier pour celui qui a bien saisi les principes qui précèdent. S'il fallait tout développer, il y aurait un mémoire à écrire, rien que sur la question des noyaux et des centres principaux.

1[re] *méthode.* — Si, par les points A et B, je mène des perpendiculaires au diamètre AB, il est visible que tous les points situés sur la perpendiculaire en A, considérés comme centres de translation, ont leurs centres de force correspondants situés sur la perpendiculaire en B. Il suffit, pour le voir, s'il s'agit de translations perpendiculaires, de décomposer la translation A en deux translations A′ et A″ et de remarquer que celles-ci doivent être produites par deux forces B′ et B″, se recomposant en B. S'il s'agit de translations planes, il suffit de remarquer que si, par A′, je fais passer la directrice de translation AA′, la force correspondante BB′ doit passer par B′.

Je considère donc une position quelconque de A′ et la position correspondante de B′ et je pose $OA' = \rho$, $OB' = \rho'$, $OA = h$, $OB = h'$, h et h' étant maintenant des constantes. Le triangle rectangle AA′O me donne

$$eq\,\rho = \cot w \cot u$$

$$eq\,h = \frac{\cos u}{\sin w}.$$

L'élimination de u donne

$$\cos^2 w = \frac{eq^2\,\rho}{eq^2\,\rho - 1}\;\frac{eq^2\,h - 1}{eq^2\,h}.$$

De même, dans le triangle OBB′, on trouverait

$$\cos^2 w = \frac{eq^2\,\rho'}{eq^2\,\rho' - 1}\;\frac{eq^2\,h' - 1}{eq^2\,h'}$$

et, comme la valeur de w est la même,

$$\frac{\dfrac{eq^2\,\rho}{eq^2\,\rho - 1}}{\dfrac{eq^2\,\rho'}{eq^2\,\rho' - 1}} = \frac{\dfrac{eq^2\,h}{eq^2\,h - 1}}{\dfrac{eq^2\,h'}{eq^2\,h' - 1}} = \text{constante} = K^2.$$

Dans ce qui suit, je suppose les translations perpendiculaires.

2me *méthode.* — Je prends l'équation (1).

$$R = \frac{dv}{dt}\int dm \; eq\delta \; eq\delta'$$

Soient p et q les densités des deux circonférences r et r'.

Je vais d'abord calculer la valeur de R appliquée en B. Pour cela j'observe que 2R $eq\rho'$ appliquée en O donnerait au bout du temps dt une translation de vitesse $2dv\; eq\rho$, d'où

$$2R \; eq\rho' = \frac{2dv \; eq\rho}{dt}(p \text{ circ } r \; eq^2 r + q \text{ circ } r' \; eq^2 r')$$

$$R = \frac{eq\rho}{eq\rho'}\frac{dv}{dt}(p \text{ circ } r \; eq^2 r + q \text{ circ } r' \; eq^2 r')$$

et l'équation (1) devient

$$\frac{eq\rho}{eq\rho'}(p \text{ circ } r \; eq^2 r + q \text{ circ } r' \; eq^2 r') = \int dm \; eq\delta \; eq\delta'.$$

Calcul de $eq\delta$. Le triangle MAO donne (*Journal de Crelle*, page 296, ligne 9 *)

$$\cos\omega \frac{e^{2\rho}-1}{e^{2\rho}+1}\,\frac{e^{2r}-1}{e^{2r}+1} + \frac{2e^{\rho}}{e^{2\rho}+1}\,\frac{2e^{r}}{e^{2r}+1}\,\frac{e^{2\delta}+1}{2e^{\delta}} = 1.$$

$$eq\delta = \frac{1-\cos\omega\dfrac{e^{2\rho}-1}{e^{2\rho}+1}\,\dfrac{e^{2r}-1}{e^{2r}+1}}{\dfrac{2e^{\rho}}{e^{2\rho}+1}\,\dfrac{2e^{r}}{e^{2r}+1}} = \frac{(e^{2\rho}+1)(e^{2r}+1)-\cos\omega(e^{2\rho}-1)(e^{2r}-1)}{4e^{\rho}e^{r}}$$

$$= eq\rho \; eqr - \frac{\cos\omega}{4\pi^2}\text{ circ }\rho \text{ circ } r.$$

* C'est ici le seul cas où l'on arrive plus vite au résultat par les formules de Lobatschewsky que par les miennes, mais il ne peut plus offrir aucune difficulté au lecteur qui a suivi tout ce qui précède. Je lui laisse le soin de vérifier, au moyen des formules connues des triangles rectangles, cette relation entre un angle et les trois côtés d'un triangle quelconque.

On aurait $eq\,\delta'$ en remplaçant, dans $eq\,\delta$, ρ par ρ' et ω par $2^d - \omega$. Donc

$$eq\,\delta' = eq\,\rho'\; eq\,r + \frac{\cos\omega}{4\pi^2}\operatorname{circ}\rho'\operatorname{circ} r.$$

On aurait des expressions analogues pour la deuxième circonférence et, en observant que, pour la première, $dm = p \operatorname{circ} r \frac{d\omega}{4}$ et, pour la seconde, $dm = q \operatorname{circ} r' \frac{d\omega}{4}$, il vient

$$\frac{eq\,\rho}{eq\,\rho'}(p\operatorname{circ} r\; eq^2 r + q\operatorname{circ} r'\; eq^2 r')$$

$$= 2\int_0^2 p\operatorname{circ} r\frac{d\omega}{4}\left(eq\,\rho\; eq\,r - \frac{\cos\omega}{4\pi^2}\operatorname{circ}\rho\operatorname{circ} r\right)\left(eq\,\rho'\; eq\,r - \frac{\cos\omega}{4\pi^2}\operatorname{circ}\rho'\operatorname{circ} r\right)$$

$$+ 2\int_0^2 q\operatorname{circ} r'\frac{d\omega}{4}\left(eq\,\rho\; eq\,r' - \frac{\cos\omega}{4\pi^2}\operatorname{circ}\rho\operatorname{circ} r'\right)\left(eq\,\rho'\; eq\,r' + \frac{\cos\omega}{4\pi^2}\operatorname{circ}\rho'\operatorname{circ} r'\right).$$

Développant les intégrales et se rappelant que

$$\int_0^2 d\omega = 2,\quad \int_0^2 \cos\omega\, d\omega = 0,\quad \int_0^2 \cos^2\omega\, d\omega = 1,$$

il vient

$$\frac{eq\,\rho}{eq\,\rho'}(p\operatorname{circ} r\; eq^2 r + q\operatorname{circ} r'\; eq^2 r') = p\operatorname{circ} r\; eq\,\rho\; eq^2 r\; eq\,\rho'$$

$$- \frac{p\operatorname{circ} r'}{32\pi^4}\operatorname{circ}\rho\,\operatorname{circ}\rho'\,\operatorname{circ}^2 r + q\operatorname{circ} r'\; eq\,\rho\; eq^2 r'\; eq\,\rho'$$

$$- \frac{q\operatorname{circ} r'}{32\pi^4}\operatorname{circ}\rho\operatorname{circ}\rho'\operatorname{circ}^2 r'.$$

Divisant par $\frac{eq\,\rho}{eq\,\rho'}$ et remplaçant partout $\operatorname{circ}\rho$ et $\operatorname{circ}\rho'$ par $2\pi\sqrt{eq^2\rho - 1}$ et $2\pi\sqrt{eq^2\rho' - 1}$, il vient

$$p\operatorname{circ} r\; eq^2 r + q\operatorname{circ} r'\; eq^2 r' = eq^2\rho'\,(p\operatorname{circ} r\; eq^2 r + q\operatorname{circ} r'\; eq^2 r')$$

$$- (p\operatorname{circ}^3 r + q\operatorname{circ}^3 r')\,\frac{1}{8\pi^2}\sqrt{eq^2\rho - 1}\,\sqrt{eq^2\rho' - 1}\,\frac{eq\,\rho'}{eq\,\rho},$$

$$(p\operatorname{circ} r\; eq^2 r + q\operatorname{circ} r'\; eq^2 r')\sqrt{eq^2\rho' - 1}\; eq\,\rho$$

$$= \frac{p\operatorname{circ}^3 r + q\operatorname{circ}^3 r'}{8\pi^2}\sqrt{eq^2\rho - 1}\; eq\,\rho'.$$

$$\frac{\dfrac{eq\,\rho}{\sqrt{eq^2\rho - 1}}}{\dfrac{eq\,\rho'}{\sqrt{eq^2\rho' - 1}}} = \frac{p\operatorname{circ}^3 r + q\operatorname{circ}^3 r'}{8\pi^2\,(p\operatorname{circ} r\; eq^2 r + q\operatorname{circ} r'\; eq^2 r')},$$

ce qui est conforme au résultat trouvé précédemment et détermine en même temps la constante K.

3me *méthode*. Je prends l'équation (2)

$$R \; eq \; OO' = \frac{dv}{dt}\int dm \; eq^2 \delta.$$

Remplaçant R et $eq\,\delta$ par leurs valeurs, l'équation devient

$$\frac{eq\,\rho}{eq\,\rho'}(p \text{ circ } r \; eq^2 \, r + q \text{ circ } r' \; eq^2 \, r') \; eq\,(\rho + \rho')$$

$$= 2\int_0^{2} p \text{ circ } r \frac{d\omega}{4}\left(eq\rho \; eq \, r - \frac{\cos\omega}{4\pi^2} \text{circ}\,\rho \text{ circ } r\right)^2$$

$$+ 2\int_0^{2} q \text{ circ } r' \frac{d\omega}{4}\left(eq\rho \; eq \, r' - \frac{\cos\omega}{4\pi^2} \text{circ}\,\rho \text{ circ } r'\right)^2$$

$$\frac{eq\,\rho}{eq\,\rho'}(p \text{ circ } r \; eq^2 \, r + q \text{ circ } r' \; eq^2 \, r')(eq\rho \; eq\rho' + \sqrt{(eq^2\rho - 1)(eq^2\rho' - 1)})$$

$$= eq^2\rho \; eq^2 \, r \; p \text{ circ } r + \frac{p \text{ circ}^3 r \text{ circ}^2\rho}{32\,\pi^4} + eq^2\rho \; eq^2 \, r' \; q \text{ circ } r'$$

$$+ \frac{q \text{ circ}^3 r' \text{ circ}^2\rho}{32\,\pi^4}.$$

$$\frac{eq\,\rho}{eq\,\rho'}\sqrt{(eq^2\rho - 1)(eq^2\rho' - 1)}(p \text{ circ } r \; eq^2 \, r + q \text{ circ } r' \; eq^2 \, r')$$

$$= \frac{\text{circ}^2\rho\,(p \text{ circ}^3 r + q \text{ circ}^3 r')}{32\,\pi^4}$$

$$\frac{\dfrac{eq\,\rho}{\sqrt{eq^2\rho - 1}}}{\dfrac{eq\,\rho'}{\sqrt{eq^2\rho' - 1}}} = \frac{p \text{ circ}^3 r + q \text{ circ}^3 r'}{8\,\pi^2\,(p \text{ circ } r \; eq^2 \, r + q \text{ circ } r' \; eq^2 \, r')}.$$

4me *méthode*. Je prends l'équation (3)

$$\int dm \; eq\,\delta \text{ circ } p = 0.$$

et, pour axe de comparaison, la perpendiculaire PQ à OA.

J'ai alors $p =$ MP et je vais calculer circ p.

J'ai, pour l'une des circonférences (les calculs sont analogues pour l'autre),

$$\text{circ}\, p = \text{circ}\, \delta' \sin t$$

$$\frac{\cos t}{\text{circ}\, r} = \frac{\sin \omega}{\text{circ}\, \delta'}$$

d'où

$$\text{circ}\, p = \sqrt{\text{circ}^2 \delta' - \text{circ}^2 r \sin^2 \omega}$$

et comme

$$\text{circ}\, \delta' = 2\pi \sqrt{eq^2 \delta' - 1},$$

il vient

$$\begin{aligned}\text{circ}\, p = & \sqrt{-4\pi^2 + 4\pi^2 \left(eq^2 r\, eq^2 \rho' + \frac{\cos^2 \omega}{16\pi^4} \text{circ}^2 r\, \text{circ}^2 \rho' \right.} \\ & \overline{\left. + \frac{\cos \omega}{2\pi^2}\, eq\, r\, eq\, \rho'\, \text{circ}\, r\, \text{circ}\, \rho' \right) - \text{circ}^2 r \sin^2 \omega} \\ = & \; 2\pi\, eq\, r \sqrt{eq^2 \rho' - 1} + eq\, \rho'\, \text{circ}\, r \cos \omega.\end{aligned}$$

A la rigueur, il faudrait mettre un double signe, mais si l'on observe que la valeur précédente ne devient négative qu'en dessous de PQ et que précisément alors il faut prendre la circonférence négativement, on voit qu'il est inutile d'avoir égard à cette circonstance et l'on peut poser directement

$$\left.\begin{aligned} & \int_0^2 p\, \text{circ}\, r\, d\omega \left(eq\, \rho\, eq\, r - \frac{\cos \omega}{4\pi^2} \text{circ}\, \rho\, \text{circ}\, r \right) \\ & \quad (2\pi\, eq\, r \sqrt{eq^2 \rho' - 1} + eq\, \rho'\, \text{circ}\, r \cos \omega) \\ + & \int_0^2 q\, \text{circ}\, r'\, d\omega \left(eq\, \rho\, eq\, r' - \frac{\cos \omega}{4\pi^2} \text{circ}\, \rho\, \text{circ}\, r' \right) \\ & \quad (2\pi\, eq\, r' \sqrt{eq^2 \rho' - 1} + eq\, \rho'\, \text{circ}\, r' \cos \omega) \end{aligned}\right\} = 0.$$

$$\left.\begin{aligned} & 4\pi\, eq^2 r\, eq\, \rho \sqrt{eq^2 \rho' - 1}\; p\, \text{circ}\, r - \frac{p\, eq\, \rho'\, \text{circ}^3 r \sqrt{eq^2 \rho - 1}}{2\pi} \\ + & \; 4\pi\, eq^2 r'\, eq\, \rho \sqrt{eq^2 \rho' - 1}\; q\, \text{circ}\, r' - \frac{q\, eq\, \rho'\, \text{circ}^3 r \sqrt{eq^2 \rho - 1}}{2\pi} \end{aligned}\right\} = 0.$$

$$\frac{\dfrac{eq\, \rho}{\sqrt{eq^2 \rho - 1}}}{\dfrac{eq\, \rho'}{\sqrt{eq^2 \rho' - 1}}} = \frac{p\, \text{circ}^3 r + q\, \text{circ}^3 r'}{8\pi^2 (eq^2 r\, \text{circ}\, r + eq^2 r'\, \text{circ}\, r')}$$

Ainsi quatre méthodes différentes me conduisent invariablement au même résultat. Je vérifierais de même les équations (4) et (5).

5. Dans la dynamique usitée, les mouvements de translation sont toujours stables et les mouvements de rotation ne le sont que quand il y a équilibre entre les forces centrifuges, ou mieux entre les forces infléchissantes ou centripètes qu'il faudrait appliquer à chaque molécule pour la maintenir sur la circonférence qu'elle devrait décrire.

Dans la dynamique abstraite, la condition de stabilité reste la même pour la rotation, mais elle est aussi nécessaire pour la translation, car il faut des forces infléchissantes pour faire décrire à tous les points matériels du système des courbes équidistantes au lieu de lignes droites. Ainsi lorsque je dis que des forces appliquées à un système produisent soit une translation, soit une rotation, il ne s'agit que d'une translation ou d'une rotation initiale, mais il reste toujours à examiner si le mouvement est stable, comme il le sera, par exemple, pour un corps de révolution homogène glissant sur son axe de symétrie ou tournant autour de lui ; et, dans le cas contraire, il faut, pour trouver le mouvement vrai du corps rigide, ajouter à chaque instant les forces centrifuges ou axifuges aux forces actives extérieures. On peut aussi, connaissant le mouvement actuel du corps, c'est-à-dire la vitesse d'un point en grandeur et en direction, ainsi que l'axe instantané passant par ce point, et la vitesse angulaire autour de cet axe, trouver les éléments correspondants, c'est-à-dire la variation du mouvement, au bout du temps dt, par l'application pure et simple du principe de d'Alembert. Les six équations d'équilibre détermineront les six inconnues géométriques de la question, qu'il y ait ou non des forces directement appliquées. Cette méthode est plus complète que la précédente et doit être employée, en général, quand le corps possède deux mouvements non réductibles à un seul.

Par des méthodes analogues à celles de la dynamique usitée, on trouve pour l'expression de la force infléchissante qui ferait décrire une circonférence de rayon r à un point matériel de masse m, avec une vitesse angulaire ω :

$$\frac{m\omega^2 \pi}{\text{circ}^2 1} \text{circ } 2r$$

et pour la force infléchissante qui lui ferait décrire une équidistante de hauteur r avec une vitesse minima ω (pour un point de la directrice qui suivrait le mouvement de translation) :

$$\frac{m\omega^2}{4\pi} \text{ circ } 2r.$$

La forme de ces expressions fournit immédiatement les théorèmes suivants :

1. Tout axe d'équilibration des forces infléchissantes de rotation est aussi un axe d'équilibration des forces infléchissantes de translation.

2. La force infléchissante dans l'horicycle est représentée par mv^2, m étant la masse du point matériel et v sa vitesse. (On le voit en introduisant v au lieu de ω dans les deux expressions précédentes, puis en faisant $r = \infty$, ce qui les fait rentrer l'une dans l'autre.)

3. L'unité de force, qui, dans la dynamique abstraite comme dans la dynamique usitée, est la force capable de donner à la masse 1 la vitesse 1 en agissant sur elle comme force accélératrice pendant 1″, est aussi en dynamique abstraite celle qui, appliquée comme force infléchissante à l'unité de masse animée de l'unité de vitesse, lui ferait décrire un horicycle.

Il est aisé de voir que tout système plan qui possède un axe de symétrie possède trois axes d'équilibration des forces infléchissantes, perpendiculaires entre eux. Peut-être la théorie des axes d'inertie est-elle indépendante de l'axiome XI d'Euclide, même dans le cas général.

Deux principes généraux de la dynamique, applicables aux systèmes quelconques, subsistent ici comme dans la dynamique usitée : ce sont le principe des forces vives et celui de l'équilibre entre les impulsions des forces extérieures et les quantités de mouvement gagnées par les molécules, prises en sens inverse, équilibre qui peut, comme toujours, s'exprimer par six équations. Ce dernier principe, qui conduit à la théorie des percussions et du choc des corps, n'est qu'une forme particulière de celui de

d'Alembert; le principe des forces vives peut être considéré comme une combinaison de celui de d'Alembert avec le principe du travail.

Je m'arrête ici, non que mon sujet soit épuisé (il est inépuisable), mais parce j'ai communiqué au lecteur ce qu'il lui faut pour continuer aussi bien que moi. Qu'il résolve, par les principes qui précédent, toutes les questions qu'il a appris à résoudre autrement, et, après avoir parcouru ainsi d'une manière nouvelle tout le cercle des connaissances qu'il avait acquises; après avoir rencontré non-seulement autant de vérifications que dans la science usitée, mais quelquefois davantage *, il comprendra que j'ose dire, reprenant et complétant les conclusions de mes prédécesseurs ** :

1° Dans la géométrie et la mécanique théoriques, rien ne s'oppose à admettre que la somme des angles d'un triangle rectiligne soit moindre que deux angles droits;

2° La science abstraite résultant de cette hypothèse est conçue sur un plan plus général que la science usitée, qui n'en est qu'un cas particulier, et qui en dérive dans la supposition des lignes infiniment petites, de sorte que cette dernière science n'est sous ce rapport qu'une science différentielle;

3° Les mesures directes prises à la surface de la terre ne nous montrent, dans la somme des angles des triangles rectilignes, même les plus grands, aucune déviation de deux angles droits ***; il s'ensuit que la science abstraite ne peut avoir d'application que dans l'analyse, ou bien dans l'astronomie et la mécanique céleste;

4° Lors même que la science abstraite serait seule rigoureuse, l'emploi de la science usitée ne peut conduire à aucune contradiction, ni théorique, ni pratique; ni théorique, parce que tous les raisonnements que l'on fait sont rigoureux et doivent se vérifier si les figures sur lesquelles on raisonne sont infiniment petites, ce que l'on peut toujours supposer, celles que l'on trace en gran-

* J'en ai cité un exemple à la page 73.

** Voir *Journal de Crelle*, page 302.

*** Et l'on sait que cette déviation devrait diminuer pour des triangles plus petits.

deur finie pouvant être considérées comme conventionnelles et symboliques; ni pratique (sauf peut-être en astronomie ou en mécanique céleste), parce que les erreurs inhérentes à toute expérience humaine et terrestre sont bien supérieures à la différence qui devrait exister entre les résultats dans les deux sciences ;

5° Comme il résulte des 3° et 4° que l'on peut, en toute sécurité, employer la science usitée dans les applications terrestres et que, par conséquent, la science abstraite n'y sert à rien; et que d'ailleurs il n'est pas encore établi que cette dernière puisse conduire aux applications indiquées dans ces deux numéros, il convient peut-être, après en avoir posé les bases, d'ajourner la continuation de son étude jusqu'à ce qu'il soit prouvé qu'elle puisse être autre chose qu'un objet de curiosité *.

* Quant à moi, je l'abandonne pour le moment, sauf, peut-être, les points indiqués aux pages 5 et 40.

TABLE DES MATIÈRES.

MÉMOIRE

SUR

LES EXPÉRIENCES FAITES A L'ÉTABLISSEMENT

DE

M. KRUPP, A ESSEN,

au mois de novembre 1867,

POUR DÉTERMINER LES PRESSIONS DES GAZ DE LA POUDRE DANS L'AME DES BOUCHES A FEU;

PAR

N. MAYEVSKI,

GÉNÉRAL-MAJOR, MEMBRE DU COMITÉ DE L'ARTILLERIE RUSSE.

(Présenté à l'Académie royale de Belgique le 10 octobre 1868.)

MÉMOIRE

SUR

LES EXPÉRIENCES FAITES A L'ÉTABLISSEMENT DE M. KRUPP, A ESSEN,

AU MOIS DE NOVEMBRE 1867,

POUR DÉTERMINER LES PRESSIONS DES GAZ DE LA POUDRE DANS L'AME DES BOUCHES A FEU.

Il est très-important de connaître les pressions des gaz de la poudre dans les différents points de l'âme des bouches à feu. Cette connaissance permettra non-seulement de donner dans la construction la résistance nécessaire aux parois de la pièce, mais encore de déterminer, pour les bouches à feu fabriquées, les charges qui ne dépassent pas leur résistance.

La question du mouvement des gaz de la poudre dans l'âme des bouches à feu à occupé Euler [1] et Lagrange [2].

La difficulté de soumettre au calcul l'inflammation et la combustion successive de la charge a conduit Euler à faire une hypothèse arbitraire sur la relation qui existe entre l'inflammation, la combustion et le chemin parcouru par le projectile.

[1] *Nouveaux principes d'artillerie de Robins*, commentés par Euler, traduits de l'allemand, par Lombard; 1783.

[2] *Formules relatives au mouvement du boulet dans l'intérieur du canon*, extraites des manuscrits de Lagrange, par Poisson. — *Journal de l'École polytechnique*, XXIe cahier; septembre 1832.

Il a supposé que pour une position quelconque du projectile dans l'âme le rapport de la portion de charge enflammée et comburée à la charge entière est égal à une puissance fractionnaire du rapport entre les chemins parcourus par le projectile en ce moment et au moment de la combustion complète. Il admet, dans les applications, que ce dernier chemin est égal au trajet entier du projectile dans l'âme, et il détermine la valeur numérique de la puissance fractionnaire d'après la vitesse initiale par l'expérience. (Remarque VI, sur la proposition XI, pp. 228 et suivantes.)

Lagrange n'a considéré la poudre que comme déjà réduite en un fluide élastique qui, par sa force d'expansion, produit le mouvement du boulet et le recul du canon.

Le général Piobert a déterminé, d'après quelques expériences, la vitesse de propagation du feu entre les grains de la poudre et la vitesse de combustion des galettes de poudre dans l'air. En se basant sur les résultats obtenus, il a exprimé analytiquement les quantités de poudre brûlées dans une charge en fonction du temps [1]. Mais quand il est passé à la recherche du mouvement des gaz de la poudre dans l'âme, il s'est borné, dans les travaux publiés jusqu'à ce jour, à considérer le cas d'une charge complétement réduite en gaz [2].

Dans ces derniers temps, M. Résal, ingénieur français au corps des mines, et M. de St-Robert ont cherché à appliquer les principes de la théorie mécanique de la chaleur au mouvement des projectiles dans l'âme [3]. Mais leurs travaux à ce sujet sont loin d'être terminés.

Les recherches faites par les géomètres et les artilleurs n'ont pas conduit, jusqu'à présent, à des résultats dont on puisse dé-

[1] *Traité d'artillerie. — Propriétés et effets de la poudre*, par G. Piobert; 1859.

[2] *Traité d'artillerie. — Mouvement des gaz de la poudre*, par G. Piobert; 1860.

[3] *Recherches sur le mouvement des projectiles dans les armes à feu*, par M. Résal; 1864. — *Principes de thermodynamique*, par de St-Robert. Turin; 1865.

duire les valeurs numériques des pressions des gaz de la poudre dans l'âme; toutefois les travaux du général Piobert montrent suffisamment les avantages que la pratique peut retirer de pareilles recherches théoriques.

Dans l'état actuel de la science, les valeurs des pressions des gaz ne peuvent être déduites que de l'expérience.

Un premier moyen consiste à les mesurer directement dans les différents lieux de l'âme, et si l'on pouvait se fier aux indications des appareils construits dans ce but, cette méthode serait la plus sûre, car elle est directe.

Mais il n'existe dans ce genre que l'appareil de M. Rodman et celui de M. Uchatius, semblable au premier, dont les indications ne sont pas toujours aussi constantes qu'on pourrait le désirer.

Un second moyen consiste à mesurer les vitesses du projectile en différents points de l'âme.

On peut arriver à ce résultat, soit en se servant de bouches à feu qui ne diffèrent que par la longueur d'âme et dont on mesure la vitesse initiale [1], soit en forant dans les parois de la pièce un canal perpendiculaire à l'axe et mesurant la vitesse à la sortie de cylindres de poids variables, que l'on introduit dans ce canal avant le tir [2].

En tirant avec des bouches à feu de longueurs différentes, on ne peut pas mesurer la vitesse du projectile après des trajets parcourus moindres que son diamètre, et cependant ces données sont

[1] Ce mode d'expérimentation a été suivi en France avec les fusils, en Belgique et en Piémont avec les canons lisses de 12. Voir : *Mémorial de l'artillerie*, nº VII. Rapport sur le pyroxyle comparé à la poudre; *Revue de technologie militaire*, par M. Delobel, t. II. 1857. Résultats des expériences électro-balistiques sur la variation de la vitesse initiale en fonction de la longueur de l'âme. Expériences exécutées en Piémont en 1857, dont les résultats, restés inédits, nous ont été communiqués.

[2] Cette méthode fut suivie à Berlin par le général Neumann, qui se servit, pour ses expériences, des canons lisses de 6 et de 12. Voir la *Revue de technologie militaire*, par M. Delobel; t. I et II. Compte rendu des expériences exécutées en Prusse à l'effet de déterminer la pression exercée par la charge d'une bouche à feu sur les parois de l'âme en un point quelconque de celle-ci.

nécessaires pour déterminer la valeur du maximum de pression et le point où il se développe.

En outre, les gaz agissant encore sur le projectile après qu'il a quitté l'âme, il devient impossible, dans les canons de petite longueur d'âme, de déterminer avec une précision suffisante la vitesse à la tranche de la volée, d'après la vitesse obtenue à une certaine distance, soit au moyen du pendule balistique, soit au moyen d'un appareil électro-balistique.

En tirant avec une pièce munie d'un canal latéral, on détermine la vitesse du projectile et le point correspondant de l'âme, d'après la vitesse obtenue pour le cylindre et la longueur du trajet parcouru dans le canal; on est donc obligé de faire certaines hypothèses sur le mouvement des gaz, ou bien de déterminer, par des expériences difficiles, les trajets parcourus simultanément par le cylindre dans le canal et par le projectile dans l'âme; et cela en partant encore de l'hypothèse, très-douteuse, que les deux mobiles commencent leur mouvement ensemble.

Enfin, un troisième moyen de déduire les pressions des gaz consiste à mesurer les durées correspondantes aux différents trajets du projectile dans l'âme; cette méthode fut suivie dans les expériences exécutées à l'établissement de M. Krupp, au mois de novembre 1867.

Ces expériences ont été faites par le capitaine Le Boulengé, de l'artillerie belge, le capitaine Doppelmeir, de notre artillerie, et moi, avec le concours d'ingénieurs de l'établissement.

Les trajets correspondant aux différentes durées étant fournis par l'expérience, on peut les représenter en fonction des durées par un polynôme à coefficients les plus probables.

La première dérivée de cette fonction donne la vitesse de translation du projectile et la seconde dérivée donne les accélérations.

Les accélérations, multipliées par le rapport de la masse du projectile à sa section transversale, exprimeront la force motrice du projectile suivant l'axe de l'âme, force rapportée à l'unité de surface.

Dans les canons rayés, tirant des projectiles emplombés, la

section transversale du projectile est égale à la section transversale de l'âme.

Les durées qu'il s'agit de mesurer dans de pareilles expériences étant très-petites, il est indispensable de se servir d'un appareil qui puisse déterminer de très-courtes durées avec une précision suffisante. A cet effet, nous avons fait usage du chronographe électro-balistique de M. Le Boulengé, récemment modifié.

Cet instrument se compose :

a) D'un chronomètre, longue tige cylindrique creuse en laiton, surmontée d'une armature en fer doux et recouverte d'un tube de zinc qui s'engage à frottement, et que l'on renouvelle après un certain nombre d'expériences.

Le chronomètre se suspend à un électro-aimant, dont le circuit passe par le disjoncteur et par un des deux fils ou cadre-cibles traversés par le projectile.

b) D'une détente portant un couteau destiné à marquer des traits sur le tube en zinc du chronomètre.

c) D'un poids cylindrique dont la chute provoque le jeu de la détente; le poids se suspend à un autre électro-aimant, dont le circuit passe également par le disjoncteur, et par le second des deux fils ou cadre-cibles traversés par le projectile.

d) D'un disjoncteur servant à rompre simultanément les deux courants qui activent les électro-aimants. Dans ce nouveau disjoncteur les courants sont complétement séparés.

La détente étant armée et le chronomètre suspendu, si l'on fait agir la détente, son couteau marque sur la partie inférieure du tube en zinc un trait qui sert d'origine pour compter les hauteurs de chute du chronomètre. L'appareil étant en station, c'est-à-dire la détente armée, le chronomètre et le poids suspendus, si l'on fait agir le disjoncteur, le chronomètre et le poids tombent librement; le poids frappe la détente, dont le couteau imprime un trait sur le chronomètre en mouvement. Soit h la hauteur de ce trait au-dessus de celui d'origine; le temps correspondant, $t = \sqrt{2gh}$ exprime la somme des durées nécessaires à la chute du poids, au jeu de la détente, à la désaimantation de l'électro-aimant du poids, moins le temps nécessaire à la désaimantation de l'électro-aimant du chronomètre.

L'instrument étant remis en station, si l'on fait feu, on obtient un nouveau trait, à une distance H de l'origine, correspondant à un temps T. La différence entre les temps T et t est égale à la durée du trajet du projectile entre les deux fils qu'il a coupés successivement.

Les électro-aimants sont munis d'un noyau fixe et d'un noyau mobile qui sert à régler la force d'attraction.

Les arrêtoirs, servant à faciliter la suspension du chronomètre et du poids, et à en empêcher les oscillations, rendent l'usage de cet appareil très-simple et très-facile.

L'électro-aimant du poids peut occuper deux positions sur la colonne de l'instrument; la position inférieure est employée lorsqu'on mesure la vitesse d'un projectile; dans ce cas, l'écartement des cadres-cibles est de 50 mètres, le trait de disjonction est amené à une hauteur fixe, et la vitesse en mètres se lit directement, sans le secours d'aucun calcul, sur la règle qui sert à mesurer les traits.

La position supérieure est employée lorsqu'on veut mesurer de très-courtes durées; elle a pour but d'augmenter la longueur représentative du temps mesuré. Avec cette disposition, qui est celle dont on a fait usage dans les expériences exécutées à Essen, le trait de disjonction se marque après une hauteur de chute d'environ 500 millimètres, de sorte que la durée de $0^s,0005$, la plus courte que l'on avait à mesurer, était représentée par une longueur de $1^{mm},6$ entre le trait de la disjonction et celui du tir; une erreur de $0^{mm},1$ dans la hauteur d'un trait correspond, dans ce cas, à une erreur de $0^s,00003$ dans la durée.

Si, avant une même expérience de tir, on fait plusieurs disjonctions, la différence de hauteur d'un trait à un autre est moindre que $0^{mm},1$.

Quant à l'exactitude du disjoncteur lui-même, on peut s'assurer, en intervertissant les deux courants, qu'il les coupe exactement en même temps; le disjoncteur ayant été réglé une fois pour toutes, si l'on fait cette vérification, on obtient des traits qui diffèrent moins de $0^{mm},1$.

L'établissement de M. Krupp a mis à notre disposition un canon

rayé de 4, modèle prussien, qui, antérieurement, avait résisté à un grand nombre de coups à de très-fortes charges; pour ces expériences, sa chambre avait été allongée et portée à 16,85 pouces rhénans, comptés du culot du projectile au coin de fermeture. Les projectiles étaient pleins et revêtus d'une chemise de plomb. Pour déterminer, au moyen du chronographe, les durées correspondant aux différents trajets dans l'âme, il fallait trouver une disposition pour faire rompre par le projectile les circuits des deux électro-aimants. M. le capitaine Le Boulengé a bien voulu se charger de cette recherche, qui présente de grandes difficultés pratiques; aussi ce n'est qu'après de longs essais qu'il est parvenu au procédé suivant, lequel a complétement réussi, du moins pour le cas des vitesses initiales pas trop considérables.

On a foré dans le coin de fermeture un canal cylindrique suivant l'axe de l'âme (planche I, figure 1), et l'on a fixé à la culasse du canon, au moyen des vis S et T, un châssis en bois O, sur lequel peuvent glisser quatre pinces métalliques R, R, R', R'. Ces pinces se fixent à l'endroit voulu du châssis par des vis de pressions. Le culot des projectiles a été taraudé pour recevoir des tiges en fer de 6^{mm} de diamètre. La pièce étant chargée, on introduit par le canal du coin et par la charge la tige M que l'on visse dans le culot du projectile; cette tige est munie, à son extrémité libre, d'une rondelle de fer L. Deux fils de fer *a* et *a'* très-minces et convenablement tendus sont fixés dans les pinces R, R et R', R'; l'un, *a*, fait partie du circuit de l'électro-aimant du poids, et l'autre, *a'*, du circuit de l'électro-aimant du chronomètre. Le feu étant communiqué à la charge, la tige doit se mouvoir avec le projectile, et la rondelle vient rompre successivement les deux fils. La durée mesurée par le chronographe correspond au trajet égal à l'écartement des deux fils *a* et *a'*, après que le projectile s'est déplacé de sa position initiale d'une longueur égale à la distance du plan antérieur de la rondelle L au fil postérieur *a*.

Plus la tige M est longue, plus il y a de danger qu'elle s'étire et se détache du projectile pendant son trajet; pour ne pas employer de longues tiges lorsqu'on mesurait des durées correspondantes à de courts trajets, on proportionnait la longueur des

tiges avec celle des trajets. Pour mesurer le temps que met le projectile à parcourir le chemin d'un point voisin de sa position initiale au point où la tête du projectile atteint la tranche de la volée, on employait une tige fort courte pour rompre le seul fil postérieur *a*, le fil antérieur *a'* étant dans ce cas remplacé par un fil *uv* de 3^{mm} de diamètre, tendu devant la bouche, et prenant ses points fixes sur un châssis en bois fixé à la volée. Lorsqu'il s'agissait de mesurer les durées des trajets parcourus par le projectile à partir de sa position initiale, on ne tendait pas le fil postérieur *a*, mais on introduisait la partie saillante *t* de la rondelle L dans le vide conique d'une pièce en bois (pointillée sur la figure); deux côtés de ce vide étaient formés de deux plaques de bronze, qui faisaient avec le bout de la tige partie du circuit de l'électro-aimant du poids. On déterminait la vitesse initiale du projectile en mesurant, au moyen du chronographe, la durée entre la rupture par le projectile du fil *uv* tendu devant la bouche et celle du fil d'un cadre-cible placé à 40 pieds rhénans de la tranche de la volée.

En tirant à la charge de 1,05 livre prussienne qui communique au projectile plein, dans le canon qui a servi à nos expériences, une vitesse initiale de 780 pieds rhénans, les tiges M, lorsqu'elles n'étaient pas trop longues, ne s'allongeaient pas et ne se détachaient pas du projectile; mais lorsqu'on a augmenté la charge jusqu'à 2 1/4 livres, pour obtenir une vitesse initiale de 1200 pieds rhénans, les tiges commencèrent à s'allonger et à se briser au culot du projectile. Pour augmenter leur résistance, on les a composées de deux parties (planche I, figure 2); l'une d'elles, la plus forte, avait 12^{mm} de diamètre et 6 pouces de longueur; elle faisait corps avec le projectile et entrait avec lui dans la chambre, où elle occupait le centre de la charge; la pièce étant fermée, on introduisait par le canal du coin de fermeture la partie mince de la tige, laquelle avait 6^{mm} de diamètre, et on la vissait dans la première. Cette disposition, très-convenable pour les vitesses moyennes, n'a pas encore répondu au cas des grandes vitesses; la tige mince se cassait au point d'attache. Pour éviter cet inconvénient, on a donné à la grosse tige une longueur presque égale

à la distance du culot du projectile, au coin de fermeture; dans ce cas, en tirant avec la charge de 2 1/4 livres, la grosse tige s'est rompue en s'étirant aux environs de son point d'attache. Il reste donc à trouver une construction de tiges qui remplisse son but lors du tir à fortes vitesses initiales.

Les résultats consignés dans le tableau ci-dessous ont été obtenus dans les circonstances suivantes :

Canon rayé de 4 en acier. Longueur de la chambre, depuis le culot du projectile jusqu'au fond de la chambre : 16,85 pouces rhénans. Diamètre de l'âme : $2\,r = 3$ pouces rhénans.

Projectile plein emplombé. Poids, y compris la tige : $b = 10{,}5$ à 11,5 livres prussiennes.

Charge de poudre ordinaire. Poids $c = 1{,}05$ livre prussienne. Vitesse initiale observée : 780 pieds rhénans.

TABLEAU I.

DISTANCE de l'origine du trajet mesuré à la position initiale du projectile.	TRAJET du projectile.	DURÉE correspondante au trajet du projectile.	*Observations.*
Pouces rhénans.	Pouces rhénans.	Secondes.	
0	1,00	0,006696 0,005294 0,006507 0,003538	
		Moy. 0,005509	
1/4	0,75	0,000576 0,000432 0,000447 0,000406	
1/4	1,75	0,001055 0,001086 0,001091	
		Moy. 0,001077	

TABLEAU I. — (*Suite.*)

DISTANCE de l'origine du trajet mesuré à la position initiale du projectile.	TRAJET du projectile.	DURÉE correspondante au trajet du projectile.	*Observations.*
Pouces rhénans.	Pouces rhénans.	Secondes.	
1/4	2,75	0,001377 0,001182	D'où la durée correspondante au trajet de 0pouce,75 à partir d'un 1/4 de pouce de la position initiale du projectile est égale à 0s,000445.
1	2,00	0,000801 0,000866	
1/4	3,75	0,001632 0,001726	
		Moy. 0,001679	
1/4	4,75	0,002052 0,001887	D'où la durée correspondante au trajet de 0pouce,75 à partir d'un 1/4 de pouce de la position initiale du projectile est égale à 0s,000572.
1	4,00	0,001477 0,001317	
1/4	7,75	0,002761 0,002468	D'où la durée correspondante au trajet de 0pouce,75 à partir d'un 1/4 de pouce de la position initiale du projectile est égale à 0s,000653.
1	7,00	0,001962 0,001962	
1	11,00	0,002763 0,002665	
		Moy. 0,002714	
1	17,00	0,003765	
1	43,00	0,006954 0,006887	
	La tête du projectile à la tranche de la volée.	Moy. 0,006921	

Les résultats obtenus font voir que la durée du trajet du premier pouce est très-longue et très-variée, comparativement à

celles des déplacements suivants, de sorte que les durées que met le projectile à parcourir différents trajets ne peuvent être déterminées avec précision qu'à partir d'un certain déplacement de sa position initiale. C'est pour cette raison que l'origine des durées a été prise dans la plupart des expériences à $^1/_4$ de pouce, et dans quelques-unes à 1 pouce de la position initiale du projectile. Pour ramener toutes les observations à une même origine, nous avons, comme on le voit dans le tableau I, quatre observations immédiates de la durée du trajet de $0^{pouce},75$ à partir de $^1/_4$ de pouce de la position initiale du projectile, et trois résultats pour cette même durée obtenus par les observations des temps correspondant aux chemins parcourus par le projectile depuis $^1/_4$ et 1 pouce de sa position initiale jusqu'à 3 pouces, depuis $^1/_4$ et 1 pouce jusqu'à 5 pouces, et depuis $^1/_4$ et 1 pouce jusqu'à 8 pouces. La durée moyenne du trajet de $0^{pouce},75$ à partir de $^1/_4$ de pouce déduite des 7 données mentionnées est égale à $0^s,000506$. En la retranchant de la durée moyenne du parcours du premier pouce, on a $0^s,00500$ pour la durée que met le projectile à parcourir le premier $^1/_4$ de pouce.

En ajoutant la durée $0^s,000506$ aux durées observées après le déplacement du projectile de 1 pouce, nous rapporterons ces observations au moment où le projectile s'est déplacé de $^1/_4$ de pouce; et, en prenant la moyenne de toutes les durées correspondantes à un même trajet, nous formerons dans le tableau suivant les durées que met le projectile à parcourir différents trajets, l'origine des durées étant prise au moment où le projectile s'est déplacé de $^1/_4$ de pouce de sa position initiale.

TABLEAU II.

TRAJETS COMPTÉS à partir de 1/4 de pouce de la position initiale du projectile x.	DURÉES correspondantes aux trajets t.	*Observations.*
Pieds rhénans.	Secondes.	Vitesse initiale du projectile, 780 pieds rhénans.
0,0625	0,000506	
0,1458	0,001077	La vitesse du projectile quand sa tête a atteint la tranche de la volée, c'est-à-dire à 6 pouces derrière cette tranche, peut être, sans erreur sensible, estimée à 760 pieds rhénans.
0,2292	0,001309	
0,3125	0,001679	
0,3959	0,001936	
0,6459	0,002542	
0,9792	0,003220	
1,4792	0,004271	
3,6459	0,007427	
La tête du projectile à la tranche de la volée.		

Pour déduire des données obtenues la loi du mouvement du projectile dans l'âme, remarquons que, par suite des variations rapides des pressions des gaz de la poudre, les circonstances de ce mouvement diffèrent essentiellement au commencement et à la fin du trajet. Par cette raison, il est impossible d'embrasser par une seule formule simple le mouvement du projectile dans tout le parcours de l'âme. Nous allons d'abord étudier le mouvement du projectile sur une longueur qui comprenne le lieu où la pression des gaz atteint sa plus grande valeur, pour passer ensuite au mouvement dans le reste de l'âme.

En formulant, dans la première partie du mouvement, les trajets x en fonction des durées t par un polynôme

$$x = at + bt^2 + ct^3 + dt^4$$

nous avons dû prendre les sept premiers résultats consignés dans le tableau II, pour obtenir dans cette partie le lieu où l'accélé-

ration atteint sa plus grande valeur, les coefficients a, b, c, d, étant déterminés par la méthode des moindres carrés.

Nous avons calculé les termes de cette série par les formules de M. Tchebychef, membre de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg. Elles présentent un avantage incontestable sur les formules ordinaires, parce qu'elles rendent les calculs moins prolixes, lorsque le nombre des termes dépasse deux, et qu'elles permettent de calculer la série terme par terme. De cette manière, d'après la somme des carrés des erreurs avec lesquelles les termes expriment les valeurs données, somme obtenue par les mêmes formules, on reconnaît tout de suite le terme auquel on peut s'arrêter.

M. Tchebychef n'a publié les formules définitives pour les valeurs les plus probables des membres de la série qui exprime la fonction interpolée, que pour le cas où les valeurs de $u = u_1, u_2, \ldots\ldots u_n$ données par les observations et correspondantes aux différentes valeurs de $x = x_1, x_2, \ldots\ldots x_n$, sont représentées par la formule $u = a + bx + cx^2 + dx^3 + \ldots\ldots\ldots$ [1].

Il nous a communiqué les formules relatives à un cas plus général, où les valeurs de u sont exprimées par la formule $u = \mathrm{F}(x).(a + bx + cx^2 + dx^3 + \ldots\ldots\ldots)$, dans laquelle $\mathrm{F}(x)$ est une certaine fonction de la variable indépendante x.

Avec la permission de M. Tchebychef, nous avons inséré ces formules dans notre appendice; et, afin de montrer leur usage sur un exemple, nous les avons appliquées à notre cas pour lequel $\mathrm{F}(x) = x$.

En définitive, nous avons obtenu la formule suivante pour exprimer les trajets x, comptés à partir de $^1/_4$ de pouce de la position initiale du projectile en fonction des durées t dont l'origine est prise au moment où le projectile s'est déplacé de $^1/_4$ de pouce de sa position initiale :

[1] *Sur l'interpolation par la méthode des moindres carrés*, par P. Tchebychef. (Mémoires de l'Académie des sciences de St-Pétersbourg, VIIIe série; t. I, no 15; 1859.)

$$(A)\left\{\begin{array}{l} x = 105{,}36\,.\,t + 15984\,.\,t^2 + 25631000\,.\,t^3 - 3546000000\,.\,t^4. \\ \text{D'où la vitesse de translation} \\ v = 105{,}36 + 2\,.\,15984\,.\,t + 3\,.\,25631000\,.\,t^2 - 4\,.\,3546000000\,t^3, \\ \text{et l'accélération suivant l'axe de l'âme} \\ \dfrac{dv}{dt} = 2\,.\,15984 + 6\,.\,25631000\,t - 12\,.\,3546000000\,t^2. \end{array}\right.$$

Il résulte de ces formules que la durée qui correspond au maximum de l'accélération est égale à $0^s{,}001807$, en la comptant du moment où le projectile s'est déplacé de $^1/_4$ de pouce de sa position initiale; pendant ce temps, le projectile parcourt, à partir de la même origine, le trajet de $0^{\text{pied}}{,}356$ ou de 4 pouces 27; la vitesse du projectile, à la fin de ce trajet, est de 331 pieds; la plus grande valeur de l'accélération est de 170910 pieds, et la plus grande valeur de la force motrice du projectile, suivant l'axe de l'âme, est égale à 604 kilogrammes par centimètre carré.

Pour $t = o$, c'est-à-dire pour le moment où le projectile s'est déplacé de $^1/_4$ de pouce, les formules (A) donnent : vitesse du projectile, 105 pieds; accélération, 31968 pieds, et valeur de la force motrice du projectile suivant l'axe, 113 kilogrammes par centimètre carré.

Passons au mouvement du projectile dans la seconde partie de l'âme : pour exprimer les trajets en fonction des durées par un polynôme à coefficients entiers qui donne la vitesse, l'accélération et sa première dérivée, pour le point correspondant au maximum de l'accélération, égales à celles que l'on obtient pour ce même point, d'après les formules (A) de la première partie du mouvement, il faut que ce polynôme soit de la forme :

$$x' = \alpha t' + \beta t'^2 + a t'^4 + b t'^5 + c t'^6 + \ldots\ldots$$

L'origine du mouvement étant comptée à partir du point correspondant au maximum de l'accélération, et les coefficients α et β, déterminés par la condition que pour $t' = o$, la vitesse du projectile soit 331 pieds et l'accélération 170910 pieds. Les coefficients a, b, c,..... doivent être déterminés d'après la méthode

des moindres carrés, en se servant des données insérées dans le tableau II, pour la partie de l'âme que le projectile parcourt après le point où l'accélération atteint son maximum.

Nous avons peu de données pour cette partie, même en y comprenant la vitesse du projectile à la bouche; et encore elles se rapportent, pour la plupart, aux lieux non suffisamment éloignés du point correspondant au maximum de l'accélération. Par suite, en les interpolant, on est obligé de se borner à un petit nombre de termes, et le polynôme, qui renferme ce petit nombre de termes calculés d'après les seules données que nous ayons, ne donne pas sur toute la longueur du chemin parcouru par le projectile dans l'âme des accélérations positives constamment décroissantes.

Le peu de données qui se rapportent à la seconde partie de l'âme, en y comprenant la vitesse du projectile à la bouche, se laissent bien représenter par un polynôme satisfaisant, à la condition qu'au moment pris pour origine, la vitesse et l'accélération soient celles que l'on trouve pour ce moment d'après les formules (A) de la première partie du mouvement, et qu'à partir de cette origine, les accélérations, restant positives, aillent constamment en décroissant. Ce polynôme a la forme :

$$x_1 = At_1 + Bt_1^2 - Ct_1^m,$$

où A et B sont les coefficients déterminés d'après la condition qu'au moment pris pour origine, la vitesse et l'accélération soient celles que l'on obtient, pour ce moment, par les formules (A); le coefficient C et l'exposant m se déduisent du temps que le projectile met à parcourir le trajet, depuis le point où il se trouve au moment pris pour origine jusqu'à la bouche, et de la vitesse qu'il a à la bouche; on obtient dans ce cas pour m une valeur plus grande que 2 et moindre que 3.

Les pressions des gaz, diminuant rapidement après avoir atteint leur plus grande valeur, et la première dérivée de l'accélération étant, d'après la dernière formule, égale à $-\infty$ à l'origine des durées t_1, nous avons pris, pour cette origine, le temps voisin

de celui qui correspond au maximum de l'accélération, en le posant égal à $0^s,00204$, depuis le moment correspondant au déplacement du premier $^1/_4$ de pouce.

Pour $t = 0^s,00204$, les formules (A) donnent, pour le trajet du projectile après qu'il s'est déplacé de $^1/_4$ de pouce de sa position initiale $x = 0^{pied},4427$, la vitesse du projectile $v = 370$ pieds et l'accélération $\frac{dv}{dt} = 168618$ pieds. En comptant les durées et les trajets de cette origine, on obtient, dans la dernière formule :

$$A = 370,2 \text{ pieds}, \quad B = 84309 \text{ pieds}, \quad C = 163300 \text{ pieds}, \quad m = 2,257;$$

en prenant donc pour origine des trajets et des durées, le moment où le projectile s'est déplacé de $0^{pied},4427 + {}^1/_4{}^{pouce} = 0^{pied},4635$ de sa position initiale, le mouvement dans la seconde partie de l'âme peut être représenté par l'équation :

$$x_1 = 370,2 \,.\, t_1 + 84309 \,.\, t_1^2 - 163300 \, t_1^{2,257}.$$

D'où la vitesse de translation du projectile

$$v = 370,2 + 2 \,.\, 84309 \,.\, t_1 - 2,257 \,.\, 163300 \,.\, t^{1,257}$$

et l'accélération suivant l'axe de l'âme

$$\frac{dv}{dt} = 2 \,.\, 84309 - 1,257 \,.\, 2,257 \,.\, 163300 \, t_1^{0,257}.$$

Le tableau suivant fait voir le degré de précision avec laquelle les formules (A) et (B) représentent toutes les observations.

TABLEAU III.

L'origine des trajets et des durées correspond au moment où le projectile s'est déplacé de 1/4 de pouce de sa position initiale.

TRAJETS observés.	DURÉES. t	TRAJETS calculés. x	VITESSES. v	ACCÉLÉRATIONS $\frac{dv}{dt}$	Force motrice du projectile suivant l'axe de l'âme rapportée à l'unité de surface $\frac{1}{\pi r^2}\cdot\frac{b}{g}\cdot\frac{dv}{dt}$	
Pieds rhénans.	Secondes.	Pieds rhénans.	Pieds rhénans.	Pieds rhénans	Kil. p^r c. carré.	
0	0	0	105,4	31968	113,0	Calculés d'après les formules (A).
0,0625	0,000506	0,0605	139,4	98889	349,6	
0,1458	0,001077	0,1592	211,3	148238	524,0	
0,2292	0,001309	0,2228	247,2	160368	566,7	
0,3125	0,001679	0,3151	308,7	170208	601,7	
	0,001807	0,3560	330,6	170910 maximum.	604,1 maxim.	
0,3959	0,001936	0,4001	352,6	170208	601,7	
	0,002040	0,4427	370,2	168618	596,0	Calc. d'ap. les form. (B).
0,6459	0,002542	0,6440	428,6	102858	363,6	
0,9792	0,003220	0,9568	492,2	86704	306,5	
1,4792	0,004271	1,5189	576,9	72138	255,0	
3,6459	0,007427	3,6459	760,0	47608	168,3	

On a construit (fig. 3), les durées étant prises pour abscisses, les courbes des trajets parcourus par le projectile, celle des vitesses et des valeurs de la force motrice du projectile suivant l'axe de l'âme. La figure 4 représente les courbes des vitesses et des valeurs de la force motrice du projectile suivant l'axe de l'âme, les trajets étant pris pour abscisses.

Pour déduire des valeurs de la force motrice $\frac{b}{g}\frac{dv}{dt}$ du projectile suivant l'axe de l'âme, les valeurs des pressions des gaz sur le projectile, il faut ajouter à cette force motrice toutes les résistances qui agissent sur le projectile durant son trajet dans l'âme. Ces résistances sont :

1° Les projections sur l'axe de l'âme de la pression des rayures contre les saillies formées dans les bourrelets de l'enveloppe de plomb lors de sa pénétration dans les rayures, et du frottement produit par cette pression. En représentant par N, la pression des rayures, par f, le coefficient du frottement des saillies sur les rayures, par α, l'inclinaison des rayures sur l'axe de l'âme, par A, le moment d'inertie du projectile autour de son axe de figure, et remarquant que la vitesse angulaire du projectile autour de son axe de figure est égale à $\frac{v \cdot \operatorname{tang} \alpha}{r}$, la somme des projections sur l'axe de figure de la pression des rayures et du frottement qui en provient sera exprimée par :

$$(\sin \alpha + f.\cos \alpha)\,N;$$

Les flancs directeurs du tir des rayures étant dirigés suivant le rayon de l'âme, on déduira la pression N de l'équation :

$$A\,\frac{\operatorname{tang} \alpha}{r} \cdot \frac{dv}{dt} = r(\cos \alpha - f \sin \alpha)\,N.$$

La somme des projections sur l'axe de l'âme de la pression N et du frottement aura pour valeur :

$$\frac{\sin \alpha + f.\cos \alpha}{\cos \alpha - f.\sin \alpha} \cdot \frac{Ag}{br^2} \cdot \operatorname{tang} \alpha \cdot \frac{b}{g} \cdot \frac{dv}{dt}.$$

On a pour le canon de 4 et son projectile plein :

$$\alpha = 3^\circ 45', \frac{Ag}{br^2} = 0{,}5;$$

prenons $f = 0{,}3$; dans ce cas :

$$\frac{\sin \alpha + f \cos \alpha}{\cos \alpha - f \sin \alpha} \cdot \frac{Ag}{br^2} \cdot \operatorname{tang} \alpha \cdot \frac{b}{g} \cdot \frac{dv}{dt} = 0{,}012 \cdot \frac{b}{g} \cdot \frac{dv}{dt}.$$

Pour la plus grande valeur de la force motrice, égale à 604 kilogrammes par centimètre carré, la somme des projections sur l'axe de l'âme de la pression N et du frottement ne dépasse pas 7,25 kilogrammes par centimètre carré de la section transversale de l'âme.

2° La résistance de l'air contre le projectile.

Cette résistance peut être négligée, car, pour la vitesse de 780 pieds qu'atteint le projectile de 4 à la tranche de la volée, elle ne dépasse pas 0,1 de kilogramme par centimètre carré.

3° La pression de l'atmosphère, étant approximativement égale à 1 kilogramme par centimètre carré, peut être également négligée.

4° La résistance de l'enveloppe de plomb au mouvement du projectile dans l'âme rayée. L'enveloppe de plomb qui recouvre le projectile est pourvue de quatre bourrelets, dont les diamètres sont égaux à celui de l'âme dans les rayures. Les diamètres de l'enveloppe entre les bourrelets sont égaux à celui de l'âme dans les cloisons qui séparent les rayures.

A mesure que le projectile quitte le raccordement de la chambre pour entrer dans l'âme, les cloisons pénètrent successivement dans chaque bourrelet de l'enveloppe, et les saillies, formées par suite dans les bourrelets, entrent dans les rayures, dont la largeur diminue uniformément à partir du raccordement jusqu'à la tranche de la volée. Lorsque le projectile avance dans l'âme, les flancs de ces rayures refoulent le métal des saillies de l'enveloppe.

Pour mesurer les valeurs de la résistance de l'enveloppe, nous nous sommes servis du dynamomètre du général Morin.

Le canon a été fixé sur un banc (pl. II, fig. 1); on a vissé dans l'œil du projectile un bouchon de fer que l'on a accroché à une tige de même métal réunie à la griffe antérieure du dynanomètre; la griffe postérieure était liée à un support que l'on mettait en mouvement au moyen d'une vis, en agissant sur sa manivelle. La griffe antérieure portait un poinçon en bronze; en l'appuyant, il marquait un point sur une planchette recouverte de papier et disposée au-dessous des lames du dynanomètre; cette planchette pouvait être mue dans des rainures perpendiculairement à la direction de l'axe de la pièce.

Pour faire avancer le projectile dans l'âme, on agissait d'une manière continue sur la manivelle de la vis et on appuyait en même temps contre le culot du projectile une règle divisée en dixièmes parties de pouce; cette règle touchait une tringle fixée sur la tranche postérieure du canon suivant le diamètre horizontal de la tranche. Toutes les fois que la règle parcourait avec le projectile 0,05 de pouce, on donnait le signal pour marquer, au moyen du poinçon, un point sur le papier et pour avancer le papier avec la planchette, perpendiculairement au mouvement de translation du projectile.

Nous avons pris pour ces expériences, qui furent exécutées à l'arsenal de Saint-Pétersbourg, un canon de 4 russe du calibre de 3 pouces, 42. Le dynanomètre que nous avions à notre disposition n'était pas assez fort pour mesurer la résistance de l'enveloppe munie de plusieurs bourrelets; c'est pourquoi on en a limé trois, en ne laissant intact que le bourrelet postérieur. Le projectile fut introduit dans la chambre, la tranche antérieure du bourrelet touchant le raccordement de la chambre avec les rayures.

Les résultats obtenus lors du mouvement de ce projectile dans l'âme sont représentés sur la figure 2, planche II; les chemins parcourus par le projectile étant pris pour abscisses et les efforts mesurés par le dynanomètre pour ordonnées. Cette figure montre que la résistance atteint sa plus grande valeur, qui est de 38 pouds [1], lorsque le bourrelet s'est déplacé de $1^{\text{pouce}},2$ [2]; à mesure de l'avancement du bourrelet dans les rayures, cette résistance diminue peu et atteint de nouveau, dans certains lieux de l'âme, des valeurs s'approchant du maximum, à cause des différences inévitables, quoique fort petites, dans les diamètres de l'âme et dans la largeur des rayures.

Pour pouvoir passer des valeurs de la résistance due à un seul

[1] 1 poud = 16,38 kilogrammes.

[2] La distance du raccordement de la chambre avec les rayures, au lieu où les rayures atteignent toute leur profondeur, est égale à $1^{\text{pouce}},25$; la largeur du bourrelet est de $0^{\text{pouce}},6$.

bourrelet aux valeurs de la résistance produite par les quatre bourrelets à la fois, on a mesuré, au moyen du dynanomètre, les résistances de l'enveloppe pourvue seulement de deux segments opposés d'un seul bourrelet, ainsi que les résistances de l'enveloppe pourvue de deux segments de chacun des quatre bourrelets. La largeur de ces segments était égale à celle de deux rayures et de la cloison qui les sépare.

Les résultats obtenus sont représentés sur les figures 3 et 4 de la planche II. La figure 3 montre que, pour une enveloppe munie de deux segments d'un seul bourrelet, la résistance atteint 7,5 pouds lorsque le projectile s'est déplacé de 1^{pouce},2, et qu'ensuite cette résistance varie peu. La figure 4 montre que pour une enveloppe pourvue de deux segments de chacun des quatre bourrelets la résistance atteint 30 pouds lorsque le projectile a parcouru un trajet de 4 pouces; ce trajet correspond au parcours de 1^{pouce},2 plus la distance entre le bourrelet antérieur et le postérieur; cette résistance de 30 pouds est quatre fois plus grande que celle qui est donnée par une enveloppe munie de deux segments d'un seul bourrelet. Lors de l'avancement ultérieur du projectile à enveloppe pourvue des segments des quatre bourrelets, la résistance varie à cause des différences dans les diamètres de l'âme et dans la largeur des rayures; elle atteint 40 pouds, valeur cinq fois plus grande que celle qui est atteinte par une enveloppe munie des segments d'un seul bourrelet.

On voit par ces résultats que, après un déplacement du projectile de 4 pouces de sa position initiale, on peut prendre dans tout le reste de l'âme, pour la résistance de l'enveloppe pourvue des quatre bourrelets entiers, la valeur comprise entre 152 et 208 pouds; ou bien, en comptant la résistance par unité de surface de la section transversale de l'âme, entre 43 et 57 kilogrammes par centimètre carré. Pour les bouches à feu semblables, dont les calibres diffèrent peu l'un de l'autre, on peut admettre que les résistances des enveloppes rapportées à l'unité de surface sont approximativement les mêmes.

Pendant le tir ces résistances peuvent dépasser celles que nous avons obtenues, à cause des vitesses considérables du projectile

dans l'âme et à cause de l'encrassement qui diminue les diamètres de l'âme et la largeur des rayures.

En tenant compte de la résistance de l'enveloppe et de la réaction des flancs du tir des rayures, dans le canon expérimenté à l'établissement de M. Krupp, on peut admettre pour la pression p des gaz sur l'unité de surface du projectile après que celui-ci s'est déplacé de 4 pouces, l'expression :

$$p = \frac{1}{\pi r^2} \cdot \frac{b}{g} \cdot \frac{dv}{dt} + 57^{\text{kil}:\text{c}^2} + 0{,}012 \frac{1}{\pi r^2} \cdot \frac{b}{g} \cdot \frac{dv}{dt} \cdot$$

On en déduit, à l'aide des valeurs de la force motrice insérées dans le tableau III, que le maximum de pression des gaz contre le projectile atteint $604 + 57 + 7 = 668$ kilogrammes par centimètre carré.

En admettant, comme le fait le général Piobert, que les vitesses des tranches des gaz sont proportionnelles à leurs distances de la tranche immobile, et en désignant, comme ci-dessus, par c le poids de la charge et par b le poids du projectile, on trouve que la pression de la tranche immobile, voisine du fond de l'âme, est de $\left(1 + \frac{c}{2b}\right)$ plus grande que la pression de la tranche qui touche le projectile. Par suite, dans le canon de 4 expérimenté, à la charge de $\frac{1}{10}$ du projectile, le maximum de la tension de la tranche immobile des gaz devait atteindre $\left(1 + \frac{1}{20}\right) 668 = 701$ kilogrammes par centimètre carré.

APPENDICE.

FORMULES D'INTERPOLATION PAR LA MÉTHODE DES MOINDRES CARRÉS;

PAR

P. TCHEBYCHEF,

membre de l'Académie des sciences de St-Pétersbourg et membre correspondant de l'Institut de France.

S'il s'agit de trouver les coefficients *a, b, c,...* dans l'expression de u représentée par la formule

$$u = \mathrm{F}(x)\,[a + bx + cx^2 + \ldots],$$

où $\mathrm{F}(x)$ est une certaine fonction de la variable indépendante x et $u_1, u_2, u_3, \ldots. u_n$ désignent les valeurs données de u qui correspondent aux différentes valeurs de $x = x_1, x_2, x_3, \ldots x_n$, — l'on peut calculer les termes de l'expression u successivement, l'un après l'autre, d'après la série

$$u = \mathrm{F}(x)\,[\mathrm{K}_0\,\Psi_0(x) + \mathrm{K}_1\,\Psi_1(x) + \mathrm{K}_2\,\Psi_2(x) + \ldots]$$

et trouver, en même temps, la somme des carrés des erreurs commises dans la représentation des valeurs données de u, en s'arrêtant aux termes $1, 2, 3, \ldots \lambda$.

Nous donnons les formules définitives pour calculer les membres de la série mentionnée.

Dans ces formules les sommations s'étendent à toutes les valeurs de l'indice i, depuis $i = 1$, jusqu'à $i = n$, et Σd^2_λ désigne la somme des carrés des erreurs dans la représentation des valeurs données de u par la série arrêtée au terme $F(x).\ K_\lambda\ \Psi_\lambda(x)$, somme d'après laquelle on trouvera l'erreur quadratique moyenne par la formule

$$E = \sqrt{\frac{1}{n}\ \Sigma d^2_\lambda}.$$

Formules relatives à la détermination du terme $F(x).\ K_0\ \Psi_0(x)$.

$$(o, o) = \Sigma\left[F(x_i)\right]^2,$$

$$K_0 = \frac{\Sigma F(x_i).\ u_i}{(o, o)},$$

$$\Psi_0(x) = 1,$$

$$\Sigma d^2_0 = \Sigma u^2_i - (o, o)\ K^2_0.$$

Formules relatives à la détermination du terme $F(x).\ K_1\ \Psi_1(x)$.

$$(0, 1) = \Sigma\left[F(x_i)\right]^2.\ x_i,\quad (0, 2) = \Sigma\left[F(x_i)\right]^2.\ x_i^2,$$

$$a_1 = (0, 0),$$

$$b_1 = \frac{(0, 1)}{(0, 0)},\qquad (1, 1) = (0, 2) - b_1\ (0, 1),$$

$$K_1 = \frac{\Sigma F(x_i).\ x_i u_i - (0, 1)\ K_0}{(1, 1)},$$

$$\Psi_1(x) = x - b_1,$$

$$\Sigma d^2_1 = \Sigma d^2_0 - (1, 1)\ K^2_1.$$

Formules relatives à la détermination du terme $F(x).\ K_2\ \Psi_2(x)$.

$$(0, 3) = \Sigma\left[F(x_i)\right]^2.\ x_i^3,\qquad (0, 4) = \Sigma\left[F(x_i)\right]^2.\ x_i^4,$$

$$(1, 2) = (0, 3) - b_1 (0, 2),\ (1, 3) = (0, 4) - b_1 (0, 3),$$

$$a_2 = \frac{(1, 1)}{(0, 0)},$$

$$b_2 = \frac{(1, 2)}{(1, 1)} - \frac{(0, 1)}{(0, 0)},\qquad (2, 2) = (1, 3) - b_2\ (1, 2) - a_2\ (0, 2),$$

$$K_2 = \frac{\Sigma F(x_i)\, x_i^2 u_i - (0,2)\, K_0 - (1,2)\, K_1}{(2,2)},$$

$$\Psi_2(x) = (x - b_2)\, \Psi_1(x) - a_2 \Psi_0(x),$$

$$\Sigma d_2^2 = \Sigma d_1^2 - (2,2)\, K_2^2.$$

Formules relatives à la détermination du terme $F(x).\, K_3 \Psi_3(x)$.

$(0,5) = \Sigma\, [F(x_i)]^2 .\, x_i^5,$ $\quad (0,6) = \Sigma\, [F(x_i)]^2 .\, x_i^6,$

$(1,4) = (0,5) - b_1\,(0,4),$ $\quad (1,5) = (0,6) - b_1\,(0,5),$

$(2,3) = (1,4) - b_2\,(1,3) - a_2\,(0,3),$ $\quad (2,4) = (1,5) - b_2\,(1,4) - a_2\,(0,4),$

$$a_3 = \frac{(2,2)}{(1,1)},$$

$$b_3 = \frac{(2,3)}{(2,2)} - \frac{(1,2)}{(1,1)},$$ $\quad (3,3) = (2,4) - b_3\,(2,3) - a_3\,(1,3),$

$$K_3 = \frac{\Sigma F(x_i)\, x_i^3 u_i - (0,3)\, K_0 - (1,3)\, K_1 - (2,3)\, K_2}{(3,3)},$$

$$\Psi_3(x) = (x - b_3)\, \Psi_2(x) - a_3 \Psi_1(x),$$

$$\Sigma d_3^2 = \Sigma d_2^2 - (3,3)\, K_3^2.$$

Formules relatives à la détermination du terme $F(x).\, K_\lambda \Psi_\lambda(x)$.

$(0,2\lambda-1) = \Sigma\,[F(x_i)]^2 .\, x_i^{2\lambda-1},$	$(0,2\lambda) = \Sigma\,[F(x_i)]^2 .\, x_i^{2\lambda},$
$(1,2\lambda-2) = (0,2\lambda-1) - b_1\,(0,2\lambda-2),$	$(1,2\lambda-1) = (0,2\lambda) - b_1\,(0,2\lambda-1),$
$(2,2\lambda-3) = (1,2\lambda-2) - b_2\,(1,2\lambda-3) - a_2\,(0,2\lambda-3).$	$(2,2\lambda-2) = (1,2\lambda-1) - b_2\,(1,2\lambda-2) - a_2\,(0,2\lambda-2),$
$(3,2\lambda-4) = (2,2\lambda-3) - b_3\,(2,2\lambda-4) - a_3\,(1,2\lambda-4).$	$(3,2\lambda-3) = (2,2\lambda-2) - b_3\,(2,2\lambda-3) - a_3\,(1,2\lambda-3),$
. . . .	. . . .
$(\lambda-1,\lambda) = (\lambda-2,\lambda+1) - b_{\lambda-1}\,(\lambda-2,\lambda) - a_{\lambda-1}\,(\lambda-3,\lambda),$	$(\lambda-1,\lambda+1) = (\lambda-2,\lambda+2) - b_{\lambda-1}\,(\lambda-2,\lambda+1) - a_{\lambda-1}\,(\lambda-3,\lambda+1),$
$a_\lambda = \frac{(\lambda-1,\lambda-1)}{(\lambda-2,\lambda-2)},$	
$b_\lambda = \frac{(\lambda-1,\lambda)}{(\lambda-1,\lambda-1)} - \frac{(\lambda-2,\lambda-1)}{(\lambda-2,\lambda-2)},$	$(\lambda,\lambda) = (\lambda-1,\lambda+1) - b_\lambda\,(\lambda-1,\lambda) - a_\lambda\,(\lambda-2,\lambda),$

$$K_\lambda = \frac{\Sigma F(x_i)\, x_i^\lambda u_i - (0,\lambda)\, K_0 - (1,\lambda)\, K_1 - (2,\lambda)\, K_2 - \cdots - (\lambda-1,\lambda)\, K_{\lambda-1}}{(\lambda,\lambda)}$$

$$\Psi_\lambda(x) = (x - b_\lambda)\,\Psi_{\lambda-1}(x) - a_\lambda \Psi_{\lambda-2}(x),$$
$$\Sigma d^2_\lambda = \Sigma d^2_{\lambda-1} - (\lambda, \lambda)\, K^2_\lambda.$$

Appliquons cette méthode d'interpolation aux sept premières données du tableau II pour exprimer les trajets u du projectile en fonction des durées x par le polynôme

$$u = ax + bx^2 + cx^3 + \cdots$$

Dans ce cas

$$F(x) = x,$$

$x_1 = 0{,}000506$	$u_1 = 0{,}0625$
$x_2 = 0{,}001077$	$u_2 = 0{,}1458$
$x_3 = 0{,}001309$	$u_3 = 0{,}2292$
$x_4 = 0{,}001679$	$u_4 = 0{,}3125$
$x_5 = 0{,}001936$	$u_5 = 0{,}3959$
$x_6 = 0{,}002542$	$u_6 = 0{,}6459$
$x_7 = 0{,}003220$	$u_7 = 0{,}9792.$

En cherchant à exprimer u par un seul terme

$$F(x).\,K_0\Psi_0(x) = x.\,K_0\Psi_0(x),$$

on prendra

$[F(x_i)]^2 = x_i^2$	$F(x_i).\,u_i = x_i u$
0,0⁴00256036	0,0000316250
1159929	1570266
1713481	3000228
2819041	5246875
3748096	7664624
6461764	16418778
10368400	31530240
$(0,0) = \Sigma[F(x_i)]^2 = 0{,}0^4 26526747,$	$\Sigma F(x_i).\,u_i = 0{,}0065747261$

$$K_0 = \frac{\Sigma F(x_i).\,u_i}{(0,0)} = 247{,}8527,$$

$$\Psi_0(x) = 1,$$

ce qui donne

$$F(x).K_0\Psi_0(x) = 247{,}85.x.$$

La somme des carrés des erreurs avec lesquelles le terme trouvé représente les valeurs données se déduit de

u_i^2
0,00390625
2123764
5253264
9765625
15673681
41718681
95883264

$$\Sigma u_i^2 = 1{,}70810904$$
$$-(0,0)\,K_0^2 = \quad - 1{,}62956369$$
$$\Sigma d_0^2 = \Sigma u_i^2 - (0,0)\,K_0^2 = 0{,}07854535.$$

Pour trouver le second terme

$$F(x)\,.\,K_1\,\psi_1(x)$$

on prendra

$[F(x_i)]^2 . x_i = x_i^3$	$[F(x_i)]^2 . x_i^2 = x_i^4$
$0{,}0^7 001295542$	$0{,}0^9 0000655544$
12492435	13454353
22429466	29360171
47331698	79469922
72563139	140482236
164258041	417543940
333862480	1075037186

$$(0,1) = \Sigma\,[F(x_i)]^2 . x_i = 0{,}0^7 654232801,$$
$$a_1 = (0,0) = 0{,}0^4 26526747,$$
$$b_1 = \frac{(0,1)}{(0,0)} = 0{,}0024663137,$$

$$(0,2) = \Sigma\,[F(x_i)]^2 . x_i^2 = 0{,}0^9 175600335$$
$$-b_1\,(0,1) = \quad - \quad 161354332$$
$$(1,1) = (0,2) - b_1\,(0,1) = 0{,}0^9 014246003,$$

$F(x_i)\,.\,x_i u_i = x_i^2 u_i$
$0{,}0^4 0001600225$
16911765
39272985
88095031
148387121
417365337
1015273728

$$\Sigma F(x_i)\,.\,x_i u_i = 0{,}0^4 1726906192$$
$$(0,1)\,K_0 = - \quad 1621533725$$
$$\Sigma F(x_i)\,.\,x_i u_i - (0,1)\,K_0 = 0{,}0^4 0105372467,$$

$$K_1 = \frac{\Sigma F(x_i) . x_i u_i - (0, 1) K_0}{(1, 1)} = 73966{,}353,$$

$$\Psi_1(x) = x - b_1 = x - 0{,}0024663137,$$

ce qui donne

$$F(x) . K_1 \Psi_1(x) = -182{,}42 . x + 73966 . x^2.$$

La somme Σd_1^2 se déduit de

$$\Sigma d_0^2 = 0{,}07854535$$
$$(1, 1) K_1^2 = - \quad 7794019$$
$$\Sigma d_1^2 = 0{,}00060516$$

Pour trouver le troisième terme

$$F(x) . K_2 \Psi_2(x),$$

on prendra

$[F(x_i)]^2 . x_i^3 = x_i^5$	$[F(x_i)]^2 . x_i^4 = x_i^6$
$0{,}0^{12}000033171$	$0{,}0^{14}0000016785$
1449033	1560609
3843246	5030809
13343000	22402897
27197362	52654093
106139670	269807041
346161978	1114641556
$(0,3) = \Sigma [F(x_i)]^2 . x_i^3 = 0{,}0^{12}498167460,$	$(0,4) = \Sigma [F(x_i)]^2 . x_i^4 = 0{,}0^{14}1466113790$
$- b_1 (0, 2) = -$ 433085524	$b_1 (0, 3) = -$ 1228637231
$(1, 2) =$ $0{,}0^{12}065081936$	$(1, 3) =$ $0{,}0^{14}0237476559$
$a_2 = \frac{(1, 1)}{(0, 0)} =$ $0{,}0^6 53794291$	$- b_2 (1, 2) = -$ 136810111
$\frac{(1, 2)}{(1, 1)} =$ 0,0045684348	$- a_2 (0, 2) = -$ 94304918
$- \frac{(0, 1)}{(0, 0)} = -$ 24663137	$(2, 2) =$ $0{,}0^{14}0006361530$
$b_2 =$ 0,0021021211	

$$F(x_i).x_i^2 u_i = x_i^2 u_i$$

0,0⁷000080971
1821397
5140834
14791156
28727747
106094268
326918140

$$\Sigma F(x_i).x_i^2 u_i = 0{,}0^7483574513$$
$$-(0,2)\,K_0 = - \quad 435230201$$
$$-(1,2)\,K_1 = - \quad 48138735$$

$$\Sigma F(x_i).x_i^2 u_i - (0,2)\,K_0 - (1,2)\,K_1 = 0{,}0^7000205577,$$

$$K_2 = \frac{\Sigma F(x_i)\,x_i^2 u_i - (0,2)\,K_0 - (1,2)\,K_1}{(2,2)} = 3231565{,}4,$$

$$\begin{aligned}\Psi_2(x) &= (x - b_2)\,\Psi_1(x) - a_2 \\ &= (x - 0{,}00210212)(x - 0{,}00246631) - 0{,}0^6537043 \\ &= x^2 - 0{,}00456843\,.\,x + 0{,}00000464744,\end{aligned}$$

ce qui donne

$$F(x).K_2\Psi_2(x) = 15{,}02\,.\,x - 14763\,.\,x^2 + 3231600\,.\,x^3.$$

La somme Σd_2^2 se déduit de

$$\Sigma d_1^2 = \quad 0{,}00060516$$
$$-(2,2)\,K_2^2 = - \quad 6643$$
$$\Sigma d_2^2 = \quad 0{,}00063873.$$

Pour trouver le quatrième terme

$$F(x).K_3\Psi_3(x),$$

on prendra

$[F(x_i)]^2 . x_i^5 = x_i^7$

$0{,}0^{17}0000008493$
1680775
6585329
37614464
101938324
685849496
3589145873

$(0,5) = \Sigma [F(x_i)]^2 . x_i^5 = 0{,}0^{17}4422822754,$

$- b_1 (0,4) = - \quad 3615896551$

$(1,4) = \quad 0{,}0^{17}0806926203$

$- b_2 (1,3) = - \quad 499204488$

$- a_2 (0,3) = - \quad 267537302$

$(2,3) = \quad 0{,}0^{17}0040184413$

$$a_3 = \frac{(2,2)}{(1,1)} = \quad 0{,}0^6 44654841$$

$$\frac{(2,3)}{(2,2)} = \quad 0{,}0063167843$$

$$-\frac{(1,2)}{(1,1)} = - \quad 45684348$$

$b_3 = \quad 0{,}0017483495$

$[F(x_i)]^2 . x_i^6 = x_i^8$

$0{,}0^{19}0000000430$
181019
862020
6315469
19735259
174342943
1155704981

$(0,6) = \Sigma [F(x_i)]^2 . x_i^6 = 0{,}0^{19}1357142121$

$- b_1 (0,5) = - \quad 1090806846$

$(1,5) = \quad 0{,}0^{19}0266335275$

$- b_2 (1,4) = - \quad 169625659$

$- a_2 (0,4) = - \quad 78736602$

$(2,4) = \quad 0{,}0^{19}0017973014$

$- b_3 (2,3) = - \quad 7025640$

$- a_3 (1,3) = - \quad 10604478$

$(3,3) = \quad 0{,}0^{19}0000342896$

$F(x_i)\, x_i^3 u_i = x_i^4 u_i$

$0{,}0^9 0000040972$
1961645
6729351
24834351
55616919
269691631
1052676426

$\Sigma F(x_i)\, x_i^3 u_i = \quad 0{,}0^9 1411551295$

$- (0,3) K_0 = - \quad 1234721550$

$- (1,3) K_1 = - \quad 175652751$

$- (2,3) K_2 = - \quad 1298586$

$\Sigma F(x_i)\, x_i^3 u_i - (0,3) K_0 - (1,3) K_1 - (2,3) K_2 = - 0{,}0^9 0000121592,$

$$K_3 = \frac{\Sigma F(x_i)\, x_i^3 u_i - (0,3) K_0 - (1,3) K_1 - (2,3) K_2}{(3,3)} = - 3546031400,$$

$$\Psi_3(x) = (x - b_3)\,\Psi_2(x) - a_3\Psi_1(x)$$
$$= x^3 - 0{,}00631678 . x^2 + 0{,}0000121881 . x - 0{,}0^8702402,$$

ce qui donne

$$F(x) . K_3\Psi_3(x) = 24{,}91 . x - 43219 . x^2 + 22399000\, x^3 - 3546000000 . x^4,$$

et comme

$$\begin{array}{rr} \Sigma d_2^2 = & 0{,}00053873 \\ (3,3)\,K_3^2 = - & 4312 \\ \hline \Sigma d_3^2 = & 0{,}00049561, \end{array}$$

on trouve pour l'erreur quadratique moyenne avec laquelle les quatre termes trouvés représentent les valeurs données de u

$$E = \sqrt{\frac{1}{n}\,\Sigma d_3^2} = \sqrt{\frac{0{,}00049561}{7}} = 0{,}0084.$$

En s'arrêtant aux termes trouvés, on a pour l'expression cherchée de u

$$\begin{array}{l} + 247{,}85 . x \\ - 182{,}42 . x + 73966 . x^2 \\ + \;\; 15{,}02 . x - 14763 . x^2 + \;\; 3231600 . x^3 \\ + \;\; 24{,}91 . x - 43219 . x^2 + 22399000 . x^3 - 3546000000 . x^4 \\ \hline u = 105{,}36 . x + 15984 . x^2 + 25631000 . x^3 - 3546000000 . x^4. \end{array}$$

Nous nous sommes servi de l'arithmomètre de M. Thomas de Colmar pour calculer les produits, les puissances et les quotients qui entrent dans les formules de l'interpolation. Avec cette machine on peut faire facilement et promptement la multiplication de huit chiffres par huit chiffres, ou de sept par neuf, et la division de seize chiffres par huit chiffres.

FIN.

Fig. 4.

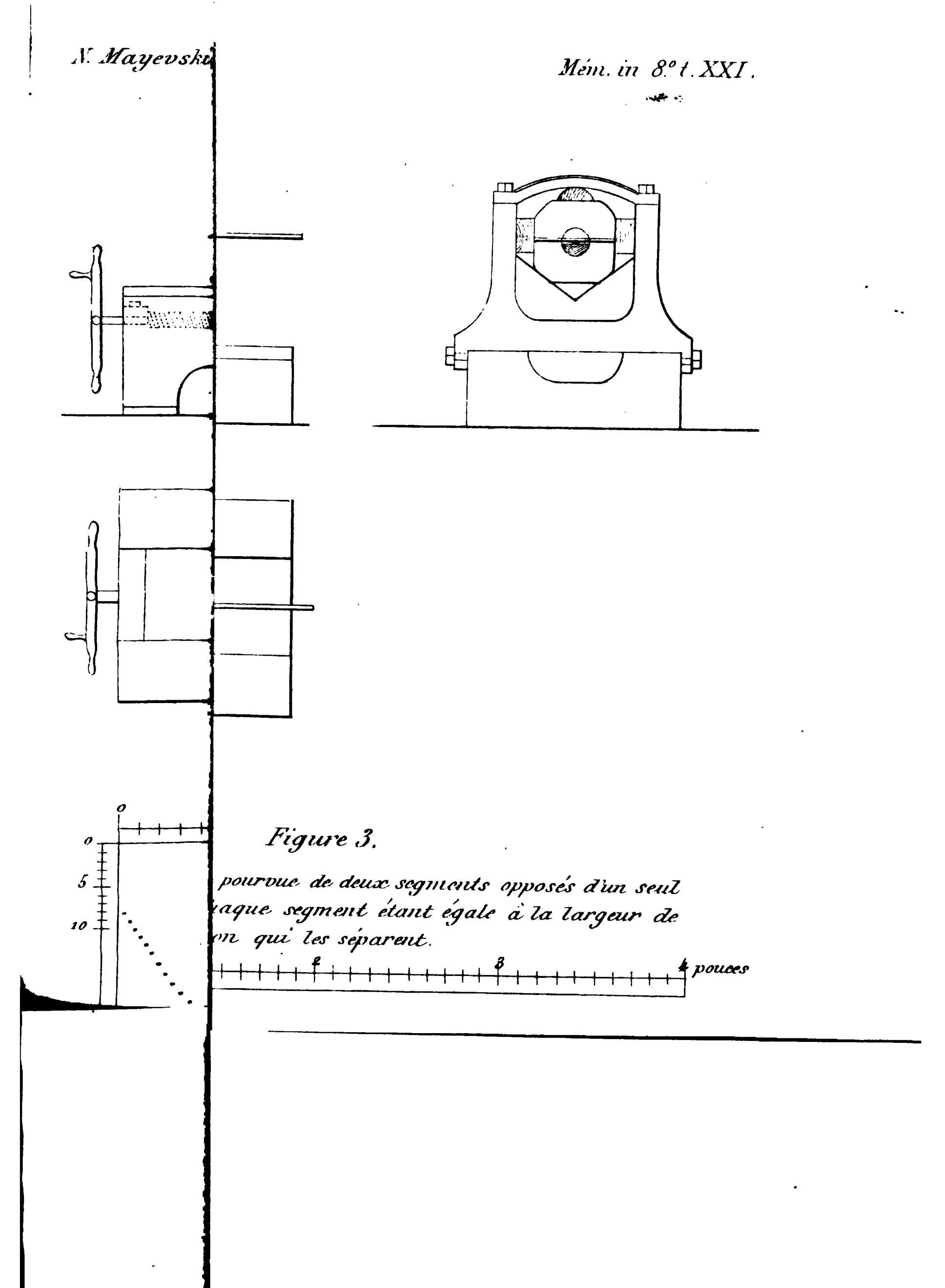


Figure 3.

pourvue de deux segments opposés d'un seul
aque segment étant égale à la largeur de
on qui les séparent.

NOTE

SUR

LES TREMBLEMENTS DE TERRE

EN 1866 ET 1867,

AVEC SUPPLÉMENTS POUR LES ANNÉES ANTÉRIEURES,

de 1843 à 1865;

PAR

M. Alexis PERREY,

PROFESSEUR HONORAIRE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE DIJON.

(Présentée à l'Académie royale de Belgique, le 6 juin 1868.)

ERRATA

à la note de M. Alexis Perrey *sur les tremblements de terre en 1865.*

Page 12, ligne 10,	*au lieu de :* A midi 13 m. 60 s.,	*lisez :* A midi 13 m. 30 s.
— 16, — 4,	— *cantazos,*	— *cantaros.*
— 19, — 5, en bas,	— *cerrilos,*	— *cerrillos.*
— 24, — 8, en haut,	— Matendale,	— Martendale.
— 24, — 12,	— M. Mami,	— M. Mann.
— 56, — 1,	— Niaragua,	— Nicaragua.
— 56, — 2, en bas,	— *plagitas,*	— *playitas.*
— 60, — 12, en bas,	— Tilica,	— Telica.
— 78, — 11, en haut;	— parvenir	— provenir.
— 115, — 9,	— et le 13,	— et le 15.
— 122, — 19,	— Cancagua,	— Caucagua.
— 123, — 5,	— Ravenga,	— Revenga.

NOTE

SUR

LES TREMBLEMENTS DE TERRE

EN 1866 ET 1867,

AVEC SUPPLÉMENTS POUR LES ANNÉES ANTÉRIEURES,

de 1843 à 1865.

Il y a plus de vingt-cinq ans que je m'occupe de recherches séismiques. A mon début, j'ai été encouragé et soutenu par M. Arago, et, après lui, par son digne successeur, M. Élie de Beaumont, avec le même affectueux intérêt que j'aime à me rappeler. Mon premier catalogue annuel, relatif à l'an 1843, fut inséré intégralement aux *Comptes rendus*. Dans les années suivantes, mes catalogues annuels devinrent trop étendus pour pouvoir paraître dans ce recueil; je les ai publiés dans les mémoires de l'Académie de Dijon jusqu'en 1853. Depuis 1854, l'Académie royale de Belgique a bien voulu admettre les suivants dans ses mémoires, où, grâce à l'affection dont m'honore son savant secrétaire perpétuel, plusieurs de mes catalogues régionaux avaient déjà trouvé place.

J'ose espérer que, me continuant la même bienveillance, l'Académie accordera la même faveur aux notes que j'ai l'honneur de lui présenter aujourd'hui; elles forment mes vingt-quatrième et vingt-cinquième catalogues annuels et complètent ainsi la statistique séismique d'un quart de siècle.

Admis à la retraite et retiré au fond de la Bretagne où m'appelaient mes affections de famille, j'ai craint de ne pouvoir y continuer la rude et dispendieuse tâche que je me suis imposée. Mais

j'ai reçu des encouragements si pressants que j'ai senti se relever mon courage et mon espoir momentanément ébranlés. J'ai repris ces études qui me sont toujours chères; c'est donc avec confiance que je viens demander à l'Académie de me continuer la même bienveillance qu'elle m'a si longtemps témoignée et que me fait pressentir M. Quetelet.

J'ai perdu, en 1866, un de mes zélés correspondants, M. Barbiani, qui, depuis 1825, tenait à Zante un journal séismique et météorologique dont il m'avait envoyé la copie. J'en ai publié la partie séismique dans les mémoires de l'Académie de Dijon, en 1864. Quelques jours avant sa mort, il avait envoyé à un de ses amis, M. Denis M. Stephanos, juge au tribunal civil de Corfou, la liste des tremblements qu'il avait notés en 1865 et jusqu'en mai 1866. M. Stephanos a eu la bonté de me transmettre ces notes et de nombreux documents sur le désastreux tremblement de terre de Céphalonie.

M. Stephanos m'a de plus envoyé : 1° la copie d'extraits d'un journal manuscrit, tenu à Sainte-Maure par feu Eustache Callia, commis greffier du juge de paix. Ces extraits contiennent le catalogue des secousses ressenties dans cette île en 1848, 1852, 1855 et 1858. « Il est bien regrettable, m'écrit M. Stephanos, qu'il y ait des lacunes dans ce manuscrit; les fils de l'auteur de ce journal, après sa mort, n'y attachant aucun prix, l'ont jeté parmi les vieux papiers de leur père, et il a été par suite lacéré en plusieurs endroits. »

2° La copie d'un journal séismique tenu à Zante par M. J. Vlasto, en 1866 et 1867. Il m'en promet la suite;

3° De nombreuses notes manuscrites sur les tremblements de 1867 à Mételin et dans la Grèce;

4° Enfin, des journaux grecs et même des brochures contenant des documents séismiques.

Mme Scarpellini a publié, dans son bulletin d'observations météorologiques (février 1867), une longue liste de secousses, sous le titre : *Terremoti avvenuti in alcune città d'Italia nel 1865 e 1866, relativamente alla influenza lunare.* Presque toutes ces secousses m'étaient inconnues; je les reproduis à leurs dates ainsi que celles que j'ai trouvées dans d'autres feuilles de ce précieux Bolettino. Je prie l'illustre savante italienne d'agréer de nouveau mes remercîments.

M. le chanoine Ferdinando Scaglione a continué à noter les tremblements de terre ressentis à Cosenza dans la Calabre citérieure et en a inséré une nouvelle liste, du 19 juillet 1865 au 4 février 1867, dans les *Atti del Accademia Cosentina*, t. X, pp. 278-280, dont je dois la communication à mon obligeant et savant confrère, M. Greco. Je les reproduis à leurs dates.

M. le docteur Ami Boué m'a envoyé, comme il le fait depuis longtemps, des extraits des notes qu'il a recueillies sur les tremblements de terre en 1865, 1866 et 1867.

M. Manuel Rouaud y Paz Soldan, de Lima, m'a transmis de nombreux faits pour 1861, pour les années antérieures et pour les suivantes. C'est un de mes nouveaux correspondants les plus actifs.

Depuis mon arrivée à Lorient, j'ai reçu deux brochures venant d'Athènes. Ce sont les traductions grecques de deux monographies de M. J. Schmidt, l'une sur le tremblement de terre d'Aigion, le 26 décembre 1861, et l'autre sur le tremblement de Céphalonie, le 4 février 1867. Elles me sont parvenues par la poste avec ces seuls mots : « hommage de l'auteur. » Dois-je remercier M. Schmidt, qui, à mon grand regret, ne m'a rien envoyé depuis le mois d'avril 1862? ou bien son traducteur, M. Fr. Mitsopoulos, avec lequel je ne suis pas encore en relation? Dans le doute, je les prie l'un et l'autre d'agréer mes vifs et sincères remercîments.

Je les renouvelle d'une manière non moins bien sentie à mes bons et savants amis, MM. Ant. d'Abbadie, Aucapitaine, Ch. Sainte-Claire Deville, Fournet, Laudy, Ch. Ritter, qui m'ont activement continué leur concours, ainsi que MM. Fradesso da Silveira, Haidinger, de Khanikof, W. Mallet, Osten-Sacken et Rojas.

Je n'ai pas encore reçu de notices sur les tremblements de terre dans l'Archipel indien en 1866 et 1867. La mort de mon excellent ami, M. Casiano de Prado, m'a privé des documents qu'il m'envoyait chaque année sur les tremblements de terre ressentis en Espagne et dans les colonies espagnoles.

Dans mon catalogue de 1863, je citais, à la page 7, cette simple phrase : « Dans les provinces supérieures du Birman, les tremblements de terre sont si fréquents qu'on n'y fait pas même attention » et j'exprimais le regret que le voyageur qui parlait ainsi ne donnât pas même une date. Je citerai aujourd'hui l'ar-

ticle suivant qu'un voyageur français, M. Th. Anquetil, a publié dans le *Moniteur* du 19 avril 1867 :

« Il n'est pas de pays au monde où les volcans soient aussi nombreux qu'en Birmanie. Durant mes explorations à travers la contrée, j'ai bien aperçu une quarantaine de pitons volcaniques, en diverses directions; mais je suis loin du compte. Les uns sont à l'état d'ignition sourde et permanente, les autres en éruption passagère; ceux-là semblent s'éteindre, pourtant les laves vomies à différents intervalles constituent un péril incessant; ceux-ci enfin rejettent de temps à autre des colonnes de fumée, des cendres, des pierres embrasées.

» On connaît aujourd'hui les rapports intimes qui existent entre les éruptions et les tremblements de terre. Chacun de ces phénomènes est tour à tour la cause ou bien l'effet de quelque grande perturbation géologique.

» D'après les indications précédentes, on comprendra aisément que la Birmanie soit fréquemment bouleversée. Le sol est partout jonché de ruines. Pas de ville un peu importante qui n'ait été renversée plusieurs fois de fond en comble, par exemple : Arakan, Prôom, Paghan-mhyôo, Thsilé-mhyôo, Tsagaïn, Ratnapoora, Ava, Amrapoora et autres.

» Les tremblements de terre ont lieu, le plus souvent, un peu avant et un peu après l'hiver. Avant cette saison, la terre, desséchée par huit mois d'une chaleur torride, pompe avec avidité les averses torrentielles qui se déclarent pendant une certaine intermittence de beau temps et d'orages, dont la durée est d'environ trois semaines. Alors surviennent des crevasses, des contractions, des tassements, ainsi que des éboulements de matières inflammables : d'où les convulsions souterraines et les éruptions volcaniques, et *vice versâ*. Après le retrait des eaux de l'hiver, sorte de déluge qui règne près de trois mois, l'abondante quantité d'eau absorbée par le sol occasionne les mêmes effets destructeurs.

» A Mandalay, nouvelle capitale de l'empire, il ne se passait presque pas de jours, vers la fin du mois d'août et au commencement de septembre 1859, qu'on ne ressentît des secousses de tremblement de terre. Un matin, il y en eut cinq en moins de deux heures.

» Les indigènes de la basse classe habitent des cases en bam-

bou; les riches, des maisons en bois. Les étrangers ne pouvant s'accommoder de ce genre d'habitations, à cette heure on construit des maisons dont la charpente se fait avec des troncs de teck juxtaposés, reliés au moyen de crampons et profondément enfoncés en terre; ensuite ce pilotis se recouvre d'un revêtement de briques ou de moellons, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. La toiture se compose d'une terrasse en béton, posée sur de forts madriers. On obtient ainsi une élasticité capable de neutraliser les secousses peu intenses.

» J'occupais une de ces maisons. Faute de buffets convenables, j'avais fait établir, dans la pièce me servant d'office, plusieurs rangées de planches destinées à supporter ma vaisselle de table. A chaque secousse, un *derlin din din* inimaginable accompagnait toujours les vibrations souterraines. Dès que nous entendions le cliquetis des verres, des bouteilles ou des plats, nous nous précipitions hors de la maison.

» A peine les tremblements de terre eurent-ils commencé, qu'une singulière coïncidence me frappa. Certain bruit, assez ressemblant au coassement de la grenouille, mais plus distinct, mieux articulé, se faisait entendre de temps à autre sans que je devinasse d'où il provenait... J'avais un petit épagneul très-vigilant. Le jour comme la nuit, aussitôt que ce bruit retentissait, il donnait de la voix, flairait de tous côtés et finissait toujours par tomber en arrêt, les pattes contre la muraille, les yeux dirigés au plafond. A force d'observer ce manége, j'en arrivai à découvrir dans un interstice, que formaient entre eux des madriers du plafond mal équarris, un petit lézard que je tuai à coups de pistolet de salon. Le fait se renouvela bien par la suite, mais je n'en tirai d'abord aucune induction.

» Cependant, un matin, à la pointe du jour, le chant du lézard était si aigu, si précipité, si lugubre, le jappement de mon chien devint tellement agaçant, que je sautai à bas de ma couchette, ne sachant trop comment empêcher ce vacarme. Je n'eus pas plutôt chaussé mes pantoufles, qu'un mugissement sourd s'éleva dans le lointain, allant *crescendo* avec une effroyable rapidité. Ouvrir une fenêtre un peu exhaussée au-dessus du sol, enlever ma femme à moitié endormie, la déposer sur la margelle, et, après m'être élancé au dehors, la recevoir dans mes bras, presque

évanouie, ce fut l'affaire d'un instant. Par bonheur, nous en sortîmes à bon marché : quelques plâtras et la majeure partie de notre vaisselle brisée furent les suites du tremblement de terre.

» Une série d'observations du même genre ayant confirmé l'opinion que je venais enfin de concevoir à ce sujet, désormais je laissai japper mon épagneul et me gardai bien d'inquiéter le moins du monde le lézard chanteur. Or, il convient d'ajouter qu'un *tsaya-dauh* (évêque ou grand dignitaire bouddhiste) et une ancienne favorite du Yasa Paghan-mheng, détrôné en 1853, m'ont affirmé que je n'étais nullement dans l'erreur. Ainsi nous voyons une fois de plus, dans l'ordre de la nature, le préservatif placé à côté du mal.

» Les convulsions et les déchirements du sol ne sauraient avoir lieu sans qu'il se produise un dégagement considérable de fluide électrique. Nul n'ignore combien la grenouille est sensible à l'action du galvanisme. On est donc en droit de conclure que les émanations souterraines agissent d'une manière analogue sur le *lézard chanteur* et provoquent de sa part des cris plus ou moins vifs, plus ou moins prolongés, selon qu'elles se dégagent elles-mêmes avec plus ou moins d'intensité.

» Dans les pays exposés à de fréquentes éruptions volcaniques, les tremblements de terre sont précédés d'un bruit sourd, analogue aux roulements lointains du tonnerre. On n'a pas été sans observer que certains animaux domestiques, notamment les oiseaux de basse-cour, pressentent ces perturbations géologiques et montrent de l'effroi par leurs mouvements ou leurs cris. Néanmoins les indices qu'ils donnent sont loin d'être aussi frappants que ceux offerts par le lézard chanteur de Birmanie.

» Ici se bornent nos observations. Nous serions heureux qu'elles portassent leurs fruits. »

Et nous, nous exprimerons encore le regret que M. Anquetil n'ait pas donné la liste des secousses qu'il a ressenties dans ce pays, tout à fait inconnu au point de vue séismique. Quelques dates n'auraient rien ôté à l'intérêt que présente son récit.

Lorient, mai 1868.

PREMIÈRE PARTIE.

SUPPLÉMENTS DE 1843 à 1865.

1843. *Février.* — Sur les côtes du Venezuela, tonnerres souterrains, semblables à des décharges d'artillerie, pendant le tremblement de la Guadeloupe, où les secousses se renouvelèrent jusqu'à la fin de l'année. (Le Dr Rojas, *Sobre los fenomenos seismicos de America,* Carta al Profesor Perrey. *El Federalista,* 7 septembre 1867.)

Septembre. — Le 16, à Rhodes, fort tremblement.

Octobre. — Le 6, 2 h. du matin, à l'île de Cos, tremblement.

Décembre. — A la fin du mois, le Sara-Urcu lança de grandes quantités de cendres qui, suivant Karsten, couvrirent plusieurs milliers de milles carrés et y causèrent de grands dégâts. (Rojas, *l. c.*)

— Pendant cette année et la précédente, violentes agitations souterraines au Sangai dont les bruits parvinrent jusqu'à Paita sur la côte du Pacifique. (Rojas, *l. c.*)

1844. *Juin.* — Le 23, 10 h. du matin, à Patras, fort tremblement.

1845. *Septembre.* — Le 15, vers 7 h. du matin, à Lima, tremblement du NE. au SO. et de 40 secondes de durée.

Octobre. — Le 18, 7 h. 1/2 du matin, à Lima, tremblement vertical. M. Manuel Rouaud y Paz Soldan me les signale comme les deux plus remarquables de l'année.

— (Sans date mensuelle). Éruption du Sangai, dans la république de l'Équateur. (Rojas, *l. c.*)

1846. *Juin.* — Le 14, 5 h. du matin, en Messénie, grand tremblement. Dégâts considérables. M. Schmidt ne donne pas de détails.

— Le 23, 11 h. 3/4 du matin, à Lima, fort tremblement.

Juillet. — Le 16, 7 h. 35 m. du matin, à Lima, autre tremblement.

Août. — Le 6, 1 h. 1/2 du matin, et le 26, 4 h. du soir, à Lima, deux nouveaux tremblements; le second a duré 15 secondes.

Octobre. — Le 20, 5 h. 1/2 du matin, à Lima, tremblement au moment de la conjonction. Ce sont les seuls que M. Paz Soldan me signale pour cette année.

1847. *Juin.* — Le 14, 5 h. du matin, à Lima, tremblement fort et court.

Le 27, 8 h. 1/2 du matin, tremblement faible.

Juillet. — Le 4, aux Dardanelles, tremblement. J'en ai déjà signalé un à Gallipoli, le même jour.

— Le 10, 8 h. 40 m. du matin, à Lima, autre tremblement.

Novembre. — Le 7, 2 h. du matin, à Lima, quatrième et dernier tremblement signalé pour cette année par M. Paz Soldan qui n'en mentionne plus qu'en 1850.

(1847-1862). — Dans un mémoire intitulé : *Los Temblores de tierra*, por don Carlos G. Huidobro, et inséré dans les *Anales de la Universidad de Chile*, t. XXI, décembre 1862, pp. 562-584, l'auteur m'a fait l'honneur de rapporter divers tableaux que j'ai dressés, il y a plus de vingt ans, relativement à la fréquence du phénomène selon les saisons. De ces tableaux, il rapproche le suivant qu'il a déduit des tremblements enregistrés dans la *Bolsa Commercial* de Valparaiso depuis 1847 jusqu'à l'époque de son travail, présenté à la faculté des sciences physiques de Santiago, en octobre 1862 : En été, 43 tremblements, en automne 27, en hiver 32 et au printemps 37.

Cette liste de 139 tremblements, notés en quinze à seize ans dans une même localité, m'a paru devoir offrir un grand intérêt; je me suis empressé d'écrire à M. le recteur de l'Université et de lui en demander une copie (25 mars 1867).

1848. *Février.* — Le 11, 6 h. 30 m. du soir, à Sainte-Maure (îles Ioniennes), une secousse avec mugissement et à 8 h. 40 m. tremblement assez fort; pas de dégâts.

Mars. — Le 29, 9 h. 30 m. du matin, à Sainte-Maure, une légère secousse.

Nuit du 31 mars au 1er avril, autre secousse légère.

Avril. — Le 5, 2 h. 15 m. du soir, à Sainte-Maure, une légère secousse.

Le 6, heures non indiquées, trois nouvelles secousses légères.

Le 14, 1 h. du soir, encore une secousse légère. (M. Callia.)

— En *juin* et *juillet*, à Bogota, légères secousses, mentionnées sans aucun détail par le P. Gornette.

Août. — Le 2, minuit (*sic*), à Sainte-Maure, quatre légères secousses.

Le 20, 11 h. 30 m. du matin, une secousse légère.

Novembre. — Le 24, après minuit, à Sainte-Maure, quatre secousses légères.

Le 29, 6 h. 30 m. du soir, un tremblement.

Décembre. — Le 8, 3 h. 30 m. du matin, à Sainte-Maure, une légère secousse.

Le 25, 10 h. 30 m. du matin, un tremblement. (M. Callia.)

1849. *Février.* — Dès le commencement du mois, aux pueblos de Grita et de Bailadores, au sud des hautes Cordillières de Mérida (Andes du Venezuela), tremblement.

Mai. — Le 3, à Maracaïbo, grande secousse qui s'étendit jusqu'aux Antilles.

Novembre. — Du 27 au 30, à Caracas, tremblements répétés.

— A la fin de l'année, éruption du Puracé dans les Andes de la Nouvelle-Grenade. Il s'ouvrit au sommet un cratère de 80 à 100 mètres de diamètre d'où s'échappèrent de grandes colonnes de cendres avec de grands bruits.

— La même année, éruption du San Miguel Botsolan dans l'Amérique centrale. (M. Rojas, *l. c.*)

1850. *Janvier.* — Le 1er, heure non indiquée, à Lima, tremblement, le seul dont M. Paz Soldan me donne la date. Il ajoute pourtant qu'on en a noté cinq autres dans l'année.

— Le 13, 9 $^1/_2$ du soir, à Kalamaki et ailleurs, fort tremblement.

Avril. — Le 3, 3 h. $^1/_2$ du matin, aux Dardanelles, tremblement; grand à Chio.

1851. *Février.* — Du 2 au 7, à Carthagène et à Sainte-Marthe (Nouvelle-Grenade), tremblements. — Aux Antilles, plusieurs secousses.

Avril. — Le 17, à Rhodes, tremblement et éruption volcanique près des côtes de l'île (M. Rojas). — Ces deux faits me semblent douteux; M. Schmidt n'en parle pas.

Juillet. — Le 14, à Naples, tremblement signalé par M. Rojas. Il doit être du 14 août suivant.

Octobre. — Le 12, 7 h. du soir, en Albanie, grand tremblement.

— (Sans date mensuelle.) Éruption du Cotópaxi. (M. Rojas, *l. c.*)

1852. *Janvier.* — Le 5 (n. st.), 5 h. 30 m. et 7 h. du soir, à Lenkoran (Caucasie), deux secousses. (M. Moritz, *Bull. de l'Acad. des sc. de Saint-Pétersbourg,* t. VI, p. 268.) Je les ai rapportées antérieurement, dans les Suppléments à mon Catalogue de 1864, au 25 du même mois, d'après la note manuscrite que M. Moritz m'avait adressée en 1863 par l'entremise de M. de Khanikof.

— Le 18, 9 h. 15 m du soir, à Sainte-Maure, une légère secousse.

Février. — Le 14, à Lima, tremblement d'intensité moyenne.

— Le 26, 6 h. du matin, à Sainte-Maure, une forte secousse.

— Le 27, à Athènes, tremblement.

En février, jour non indiqué, à Mételin, grand tremblement.

Mars. — Le 2, dans la soirée, à Lima, tremblement.

Le 11, de nuit, probablement vers minuit (*sic*), autre tremblement.

Le 19, 9 h. $^1/_2$ du soir, troisième tremblement d'intensité ordinaire comme les deux précédents.

Avril. — Le 12, 5 h. 30 m. du matin, à Sainte-Maure, fort tremblement; pas de dégâts.

Le 26, 6 h. 30 m. du matin, autre tremblement fort, mais sans dommages.

Le 27, 9 h. du matin, une secousse.

Le 28, 4 h. du matin, trois secousses, et à 8 h. 30 m. (*sic*), une quatrième.

— Le 16, 2 h. du matin, à Lima, deux secousses très-fortes de 10 à 12 secondes de durée.

Mai. — Le 14, 10 h. 45 m. du matin, à Sainte-Maure, une forte secousse.

Le 15 au matin, trois légères secousses.

Le 23, 5 h. du matin, deux secousses, et à 10 h. du soir une secousse.

Ces différentes secousses, commencées le 12 avril, ont causé des dégâts dans les villages de Comilio, Diamiliani, Vournika, Syvro et Saint-Élie, situés vers le sud de l'île qui est en face de Céphalonie, à une distance d'environ douze milles, et où les secousses sont ordinairement plus sensibles.

Juin. — Le 22, 5 h. du matin, à Lima, tremblement ordinaire.

Le 29, 1 h. du matin, autre semblable.

Juillet. — Le 5, 1 h. du soir, et le 8, 11 h. 1/2 du soir, à Lima, deux tremblements d'intensité moyenne.

— Le 11 (nuit du samedi au dimanche), à Beaucourt (arrondissement de Montbéliard, Doubs), tremblement cité, sans détails, dans le t. III, 2e série des *Mémoires de la Société d'Émulation* de Montbéliard, p. 140; 1866.

— Le 14, 5 h. du matin, à Sainte-Maure, une légère secousse.

Août. — Le 9, 9 h. du matin, à Sainte-Maure, une secousse légère.

— Le 28, à Lima, dernier tremblement que m'a communiqué M. Paz Soldan pour cette année.

Octobre. — Le 3, 8 h. du soir, à Sainte-Maure, une légère secousse, la dernière notée par M. Callia.

— En cette année, éruption du volcan de Fuego dans l'Amérique centrale. (M. Rojas, *l. c.*)

1853. *Janvier.* — Le 9, 10 h. du soir, à Sainte-Maure, une légère secousse.

Avril. — Le 26, 4 h. 30 m. du matin, à Sainte-Maure, tremblement avec mugissement.

Juin. — Le 14, 7 h. 45 m. du matin, à Sainte-Maure, une secousse.

Juillet. — A la fin du mois, éruption du Masaya dans l'Amérique centrale. A la suite de ce fait, M. Rojas ajoute : « Disparition de plusieurs rivières (*algunos rios*) en Californie et à leur place apparition de colonnes de soufre effervescent. »

Août. — Le 21, 0 h. 20 m. du soir (midi 20 m.), à l'île Sainte-Maure, tremblement assez long; sans dégâts.

Le 24, 11 h. du soir, une légère secousse.

Le 25, 2 h. 30 m. du matin, un tremblement sans dégâts. (M. Callia.)

Novembre. — Le 8, à Rhodes, grand tremblement.

1854. *Janvier.* — Le 17, tremblement à Athènes.

En *février, mars* et *avril*, à Athènes et à Thèbes, plusieurs tremblements.

— En cette année, éruption du Cotopaxi, accompagnée de tremblements dans toute l'Amérique du Sud.

— La même année, éruptions des monts Hood (Orégon), Sainte-Hélène et Schiwelaska, sur la côte nord-ouest de l'Amérique septrionale. (M. Rojas, *l. c.*) Ce dernier volcan m'est inconnu; j'ai déjà mentionné l'activité des deux autres.

1855. — En *janvier, février, mars* et *avril*, à Mexico, plus de trente-quatre secousses. Celle du 1er février a été ressentie presque en même temps à Acapulco, Puebla, Cordoha et Jalapa. Les deux du 31 janvier et du 28 février furent annoncées par un élève des jésuites. « Peu avant le phénomène, dit le P. Gornette, cet élève tomba chaque fois dans une espèce de crise épileptique et les annonça par ses cris, prévenant ainsi ses camarades de pourvoir à leur sûreté. Il fut pour cela surnommé par eux le *Paratemblor*. Nous avions 123 élèves et nous avons remarqué que, la veille de chaque tremblement, ils devenaient plus remuants et querelleurs, et tombaient dans une espèce de torpeur après les secousses. »

Février. — Le 10, à Samos, grand tremblement.

Mai. — Le 31, à Mexico, une faible secousse au moment de laquelle disparut un nuage noir, qui était resté isolé et peu élevé au-dessus du lac Tescuco sans changer de place pendant plusieurs

jours et dont il s'échappait çà et là des éclairs. (Le P. Gornette.

Septembre. — Le 25, à Truxillo (Honduras), commencèrent des secousses qui furent accompagnées de brillants éclairs par un ciel serein et ne finirent qu'avec la pluie calme et abondante qui tomba le 13 octobre suivant.

A la première secousse du 25, le *Simproniana*, qui se trouvait dans la baie, fut tout à coup soulevé et retomba brusquement comme une masse de plomb en faisant jaillir les eaux tout autour de lui. Ce phénomène se renouvela avec plus ou moins de force pendant les dix-sept jours que le bâtiment resta dans la baie par une profondeur de 7 à 13 brasses. « Notre bâtiment, ajoute le P. Gornette, semblait s'élever lorsque nous entendions le bruit sourd venir lentement de l'ESE.; le mouvement s'accroissait rapidement à mesure que le bruit approchait, puis semblait abandonner le bâtiment à lui-même et diminuait d'intensité comme le bruit lorsque celui-ci passait à l'ONO. »

Pendant son séjour à Truxillo, en septembre et en octobre, le P. Gornette nota 31 tremblements durant lesquels le baromètre ne varia pas; le mercure ne baissa que quand les pluies commencèrent et mirent fin aux secousses.

— En cette année, éruption du Mauna Loa (Hawaï) mentionnée par M. Rojas, sans détails et sans date mensuelle.

1856. *Mars.* — Le 21, 10 h. ½ du matin, à Mételin, tremblement très-fort.

Octobre. — Le 10, 4 h. du matin, à Mételin, fort tremblement.

Le 12, 2 h. du matin, dans l'est du bassin méditerranéen, grand tremblement sur lequel j'ai déjà donné de nombreux détails. Suivant M. Schmidt, il a ébranlé tout l'Archipel et l'Attique.

— En ce mois et en *novembre*, à Guatemala, plusieurs tremblements qui n'eurent aucune influence sur le baromètre. (Le P. Gornette.)

Décembre. — Le 16, 3 h. du matin, à Mételin, grand tremblement.

— En cette année, éruption du Sara Urcu dans la république de l'Équateur. M. Rojas la mentionne sans nul détail.

1857. *Mai.* — Le 10, à Kingston (Jamaïque), tremblement. Le baromètre, d'abord stationnaire, monta jusqu'au 23, et tomba lorsque vinrent les pluies torrentielles qui mirent fin à la saison séismique « *which ended the seismic season.* » (Le P. Gornette.)

Octobre. — Le 14, à Saint-Louis (Missouri), tremblement. Le baromètre monta de 751.0 à 755.9 et retomba à 747.4 en trois jours. La saison séismique dura du 6 au 15. (Le P. Gornette.)

— A Corinthe, tremblement signalé sans date du jour par M. Schmidt.

Novembre. — (Jours non indiqués.) Dans le San Salvador et le Nicaragua, petites secousses mentionnées par M. Rojas, qui ajoute : « Peu après le tremblement du Nicaragua, éruption du Masaya. Petite éruption du San Miguel (Amérique centrale). »

1858. *Janvier.* — Le 17, dans la soirée, à Naupactos (Grèce), plusieurs secousses.

Février. — Le 21, 10 h. 30 m. du matin, à l'île Sainte-Maure, une légère secousse.

Mars. — Le 8, à Corinthe et dans l'Isthme, fort tremblement.

Avril. — Le 28, 4 h. 30 m. du soir, à Sainte-Maure, une secousse, puis à 10 h. 30 m. une légère secousse avec mugissement.

Mai. — Le 1er, 4 h. du soir, à Sainte-Maure, une secousse.

— Le 16, à Rhodes, fort tremblement.

— Le 28, 11 h. 50 m. du matin, à Lima, tremblement faible.

Juin. — Le 16, 6 h. du soir, tremblement dans l'île de Crète.

— Le 17, 10 h. du matin, à Beaucourt (Doubs), tremblement. (Même source que pour le 11 juillet 1852.)

Juillet. — Le 11, 5 h. 42 m. du soir, à Lima, fort tremblement de 10 à 15 secondes de durée.

Août. — Le 24, dans la matinée, à Kourbatzi (Eubée), fort tremblement.

— Le 30, 12 h. 12 m. du matin (*sic*, midi 12 m.?), à Lima, faible tremblement.

Octobre. — Nuit du 2 au 3, à Sainte-Maure, une secousse.

Le 9, 9 h. 30 m du matin, encore une secousse. C'est la dernière du journal de feu M. Eustache Callia dont, comme je l'ai dit déjà,

les années 1849 à 1851 et 1854 à 1857 ont été malheureusement perdues.

— Le 26, 8 h. du matin, à la Canée (Crète), tremblement.

Novembre. — Le 28, en Albanie, grand tremblement.

Décembre. — A Salonique et en Macédoine, grand tremblement.

1859. *Janvier.* — Le 12, tremblement à Rhodes.

Février. — Le 12, 4 h. du matin, à Lima, deux fortes secousses.

Mars. — Le 3, 12 h. 30 m. du soir (*sic,* midi et demi?), à Lima, tremblement fort et court.

Le 4, 4 h. 25 m. du soir, faible tremblement d'environ cinq secondes de durée.

Le 8, 11 h. 30 m. du soir, autre tremblement faible, mais de dix secondes environ de durée.

— Le 26, 8 h. ½ du matin, à Corinthe et dans l'Isthme, tremblement.

Avril. — Le 10, 5 h. 30 m. du matin, à Lima, tremblement des plus forts, deux secousses; vingt secondes de durée. Cinq minutes après, autre secousse faible et cinq minutes plus tard encore une quatrième. A 5 h. 30 m. du soir, tremblement léger.

— Le 28, 10 h. du soir, tremblement à Kalamaki.

Mai. — Le 12, 4 h. 30 m. du matin, à Lima, tremblement court, deux secousses.

Le 15, 10 h. 15 m. du soir, autre tremblement, faible et de six secondes de durée.

Juin. — Le 12, 12 h. 30 m. du matin (*sic*), à Lima, faible tremblement.

Juillet. — Le 2, 6 h. du matin, à Lima, faible tremblement.

Le 5, 2 h. 55 m. du matin, tremblement fort et court.

Le 11, 3 h. du matin, faible tremblement.

Le 26, 5 h. du matin, encore un faible tremblement.

Août. — Fin du mois et commencement de *septembre*, à Mandalay, secousses quotidiennes. (Voir à l'Introduction.)

Septembre. — Le 27, 1 h. du matin, à Lima, tremblement fort et court.

Octobre. — Le 27, 9 h. 15 m. du matin, à Lima, fort tremblement, deux secousses très-courtes.

Novembre. — Le 5, 10 h. 5 m. du soir, à Lima, tremblement faible et long, dix secondes environ. Il y avait beaucoup de vent. On dit que quand il ne pleut pas beaucoup, il y a beaucoup de tremblements.

Le 28, 3 h. du soir, nouveau tremblement, faible. A 11 h. 5 m. du soir, autre tremblement faible et long.

Décembre. — Le 27, 4 h. du matin, à Lima, faible tremblement. (M. Paz Soldan.)

— Durant le tremblement de terre de l'Équateur, la colonne de fumée du Cotopaxi, près de disparaître (*casi al desaparecer*) après quatre ans d'activité, s'agrandit tout à coup et se montra plus menaçante au milieu des détonations du volcan qui se firent entendre à de grandes distances. — Recrudescence d'activité au Mauna Loa. (M. Rojas, *l. c.*)

1860. *Janvier.* — Le 23, 6 h. du soir, à Lima, tremblement fort et court.

Février. — Le 1er, 6 h. du matin, à Missolonghi, fort tremblement, ressenti, à la même heure, mais moins fortement à Athènes, Tripoli, Kalamata et Kalamaki.

Le 21, 4 h. 1/2 du soir, à Missolonghi, fort tremblement.

Le même jour, heure non indiquée, tremblement ἐν Παρνασσῷ.

Mars. — Le 2, 3 h. du matin, à Lima, tremblement moyen.

Le 3, 7 h. du soir, tremblement fort et court.

Le 8, 2 h. 30 m. du matin, deux très-fortes secousses du nord au sud et de soixante secondes de durée totale.

Le 11, 9 h. 45 m. du soir, faible tremblement.

Le 24, 1 h. 15 m. du soir, tremblement moyen et de durée moyenne.

Avril. — Le 21, 1 h. 45 m. du matin, à Lima, tremblement très-fort; deux secousses, quinze à vingt secondes de durée. Pluie après.

Quoique j'aie déjà publié des détails sur ces secousses et celles qui suivent, je vais reproduire textuellement le journal que m'en a transmis M. Paz Soldan.

Le 22, 1 h. 45 m. du soir, terrible tremblement de l'est à l'ouest et de vingt-sept secondes de durée. On a vu sortir des vapeurs de la terre.

Le 23, 12 h. 50 m. du soir (*sic*, minuit 50 m. probablement?), nouveau tremblement. Dans toute la nuit on en a senti une vingtaine. (J'ai indiqué ailleurs la première secousse à 1 h. 10 m. du matin.) (A. P.)

A 6 h. 45 m. du matin, tremblement terrible, de quinze secondes environ de durée. Pluie ensuite.

A 11 h., midi et 8 h. 1/2 du soir, nouveau tremblement; environ cinq ou six dans le jour.

Nuit du 23 au 24, six encore, surtout vers 2 h. du matin.

Nuit du 24 au 25, trois autres, surtout de 11 h. à minuit. (J'en ai signalé ailleurs le 24, à 1 h. 1/2, 3 h. du matin et 10 h. 1/2 du soir, puis le 25 à 1 h. du matin.) (A. P.)

Le 26, 11 h. du matin, midi et 2 h. 1/2 du soir, trois autres tremblements; puis trois ou quatre autres dans la nuit.

On peut dire, ajoute M. Paz Soldan, qu'on a senti, jusqu'au 28, quarante ou cinquante tremblements et toujours de 11 à 12 h. (*sic*). — J'en ai signalé un pour le 26 à 6 h. du matin et un autre pour le 27 à 11 h. du matin. M. Paz Soldan ne les mentionne pas, mais il signale encore, pour avril, le suivant qui m'était inconnu.

Le 30, 9 h. du soir, tremblement faible.

Mai. — Le 1er, 3 h. du matin, à Lima, fort tremblement. Autres vers 3 h. 25 m., 5 h., 7 h. 10 m. du matin et 7 h. 23 m. du soir.

Le 2, 5 h. 15 m. du soir, tremblement faible.

Le 3, 2 h. et 2 h. 45 m. du soir, deux tremblements.

Le 4, 3 h. du soir, tremblement faible.

Le 5, 2 h. 1/2 du soir, faible tremblement.

Le 7, 1 h. 50 m. du soir, faible tremblement.

Le 9, 6 h. 45 m. du matin et vers 1 h. 1/2 du soir, deux faibles tremblements.

Le 10, 2 h. et 9 h. 1/4 du matin, deux autres.

Le 15, 10 h. 15 m. du soir, faible tremblement.

Le 16, 9 h. 30 m. du matin, autre semblable.

Le 20, 11 h. 45 m. du matin, tremblement très-fort et court.

Le 24, 5 h. du matin, faible tremblement.

Le 26, 4 h. du soir, tremblement faible et long.

Le 29, 3 h. du matin, tremblement fort et court.

— Le 20, tremblement à Aigion, le 22 à Athènes, le 26 à Aigion encore, et le 30 à Delphes.

Juin. — Le 4, 2 h. 45 m. du soir, à Lima, tremblement moyen.

Le 5, 5 h. du matin, un autre semblable. — 1 h. du matin (*sic*), un autre. (Ne faut-il pas lire 1 h. du soir? A. P.)

Le 18, 1 h. du matin et 3 h. 1/2 du soir, deux tremblements faibles.

Le 24, 1 h. du matin, un autre semblable.

Le 25, 4 h. du matin, tremblement moyen.

Le 27, 4 h. du soir, tremblement long et faible.

— Le 16, 10 h. du matin, tremblement en Grèce, *ἐν Σωτηριανίκοις.*

Juillet. — Le 9, tremblement à Aigion.

— Le 26, 3 h. 1/2 du matin, à Lima, faible et long tremblement.

Août. — Le 6, 10 h. 15 m. du matin, à Lima, fort et long tremblement.

Le 26, 4 h. du soir, faible tremblement.

— Le 10, 11 h. du matin, tremblement à Kalamata.

Le 11, 11 h. du soir, à Poros, fort tremblement.

Le 12, 10 h. du soir, à Tripoli, fort tremblement.

Les 13, 15 et 20, à Oropo, tremblement.

Septembre. — Le 2, 11 h. 3/4 du soir, à Lima, tremblement très-fort et très-long.

Minuit du 14 au 15, deux secousses très-fortes.

Le 19, 10 h. 1/2 du soir, tremblement fort et long.

Le 25, 7 h. du soir, tremblement long, mais faible.

Le 29, 5 h. 1/4 du soir, tremblement moyen.

— Le 16, de nuit, tremblement en Grèce, *ἐν Βρινδα Καμῶν.*

Octobre. — Le 19, 12 h. 1/2 du soir (*sic*, le 20, 0 h. 30 m. du matin?), et le 20, midi, à Lima, deux faibles tremblements.

Le 29, 7 h. 40 m. du soir, faible tremblement.

Le 30, 7 h. 1/4 du soir, forte secousse sans bruit.

Le 31, 7 h. du soir, deux secousses dont la seconde fut violente.

— Le 24, dans la matinée, dans tout le Canada et le nord des États-Unis, tremblement. Le point le plus septentrional où on

l'ait remarqué est Richmond (Canada East). A l'ouest, il s'est étendu jusqu'à Auburn, N. Y. et au sud jusqu'à Hartford dans le Connecticut. On l'a aussi ressenti à Poughkeepsie. Ses effets ont été remarqués dans les États de Maine, New-Hampshire, Vermont, Massachusetts, Connecticut et New-York. Le phénomène n'a rien offert de particulier que sa grande étendue. Les secousses, au nombre de quatre, suivant quelques-uns, étaient légères et de l'est à l'ouest, avec faible bruit souterrain. Les extraits de journaux que m'a transmis M. W. Mallet n'en donnent pas l'heure précise.

Novembre. — Le 6, 6 h. 10 m. du matin, tremblement à Chio.

Le 21, de nuit, à Corinthe.

— Le 6, 7 h. 10 m. du soir, à Lima, faible tremblement de quatre à six secondes.

Le 7, 4 h. du matin, tremblement long, mais pas fort. (M. Paz Soldan.)

Décembre. — Le 3, à Samos, fort tremblement.

— M. Rojas signale ainsi cette année au point de vue séismique : « Secousses fortes et répétées au Pérou et en Californie. Tremblement désastreux au San Salvador et dans d'autres lieux de l'Amérique centrale. Tremblements sur les côtes du Venezuela, surtout en *décembre.* »

1861. *Janvier.* — Le 5, minuit (*sic*, du 5 au 6?), à Lima, tremblement faible.

Le 6, 4 h. du matin, tremblement moyen.

Le 19, 12 h. 50 m. du soir (*sic*), et le 18 (*sic*), 2 h. du soir, faibles tremblements.

Le 21, 8 h. du soir, tremblement faible et long.

Le 22, 4 h. ½ du matin, tremblement faible et long. Pluie la nuit.

Le 29, 9 h. 40 m. du matin, faible tremblement.

— Le 18, à Mobile (sud de la Géorgie, États-Unis), une secousse de dix secondes de durée. Grandes alarmes. (M. W. Mallet.)

Février. — Le 14, 0 h. 35 m. du matin, tremblement à Chio.

— Le 15, 3 h. 20 m. du matin, à Lima, tremblement avec bruit très-fort et mouvement faible.

Mars. — Le 4, 11 h. du matin, à Lima, tremblement faible et long.

Le 23, 9 h. 40 m. du matin, fort et long tremblement; peu de bruit.

— Le vendredi (1 ou 8?), dans le Massachusetts, deux secousses mentionnées sans date précise dans le *New-York weekly Herald*, du samedi 9 mars. « Le Bunker Hill *Aurora* (Mass.) dit que deux secousses de tremblement de terre ont été observées dans cette ville, vendredi (on Friday), peu de temps avant le tonnerre et les éclairs. » M. W. Mallet m'envoie un autre extrait du même numéro de ce journal où je lis : « Le Neuark *Mercurey* (New Jersey) dit que deux secousses distinctes ont été ressenties dans cette ville, mardi vers midi (*on Tuesday about noon*). A Orange les portes ont été secouées ainsi qu'à Paterson, à Belleville et dans d'autres localités voisines. A Bloomfield les cloches ont sonné. » Ces secousses sont évidemment du mardi 5; les premières ne seraient-elles pas du même jour?

— Le 7, à Kalamata, fort tremblement.

Le 25, à Kalamaki, tremblement.

Avril. — Le 14, 11 h. du soir, à Lima, faible tremblement.

Le 15, 8 h. du matin, court tremblement, peu de secousse.

Le 29, 11 h. 1/4 du soir, tremblement long et faible.

— Le 25, au matin, tremblement à Kalamaki et le 28 à Aigion.

Mai. — Le 11, 2 h. 25 m. du matin, à Lima, faible tremblement et le 22, 6 h. 1/2 du matin, un autre semblable. Ici se termine le journal de M. Manuel Rouaud y Paz Soldan qui, quelques jours après, partait pour l'Europe. « Depuis quelques années, ajoute-t-il, on ne marque que rarement les tremblements; autrefois on les marquait presque tous. »

— Dans le courant du mois, dans l'île de Chypre, tremblement dont M. Schmidt ne donne pas le jour.

Juin. — Les 2, 4, 5, 6 et 7, à Gastouni (Elide) et ἐν Λεχαινοῖς, tremblements.

Le 4, 9 h. 1/2 du matin, tremblement à Missolonghi et Tripoli; le 7, 7 h. du matin, à Livadia.

Le 13, 4 h. du matin, à Karpenesi et le 14, 10 h. du matin, en Elide.

Septembre. — Le 16, 7 h. 40 m. du soir, tremblement à la Nouvelle-Corinthe, à Kalamaki et au Pirée.

Le 24, 3 h. du soir, et 29, 7 h. ½ du soir, à Aigion.

Novembre. — Le 17, 6 h. du soir, le 18, même heure et le 23, 9 h. du soir, à Aigion, trois tremblements.

Décembre. — Le 8, à Aigion, nouveau tremblement.

Le 15, dans la matinée, à Athènes et au Pirée, bruits souterrains.

Le 19 au matin et le 22, heure non indiquée, tremblement à Aigion.

Le 22, 2 h. 20 m. du soir, à Tripoli.

Le même jour, 3 h. du soir, à l'Ancienne et à la Nouvelle-Corinthe.

Le même jour encore, 3 h. ½ du soir et le 23, 4 h. du matin, à Kalamaki.

Le 24, à Aigion, heure non indiquée, nouveau tremblement.

Le 26, dans la matinée, à Kalamaki, bruits souterrains.

Le même jour, 8 h. ½ du matin, dans une grande partie de la Grèce, notamment à Aigion, grand tremblement.

A 8 h. 50 m. du matin, deuxième grande secousse dans le Péloponèse, la Hellade et jusqu'à Zante. On l'a ressentie à Athènes, à Eleusis et ailleurs.

A 10 h. 5 m. du matin, à Kalamaki, tremblement, et à Corinthe, 4 h. 35 m. du soir, bruits souterrains.

Le 27, minuit et demi (0 h. ½ du matin), à Corinthe, grands bruits souterrains. A 7 h. du soir, tremblement, et à 7 h. 40 m. une secousse assez forte.

Le 28, 2 h. du matin, tremblement à Kalamaki.

Le même jour, heure non indiquée, à Aigion et dans la Hellade.

Le 29, 7 h. 20 m. du matin, à Corinthe, une grande secousse.

Le même jour, dans l'après-midi, à Aigion et ailleurs, une grande secousse.

Le 29 encore, 9 h. du soir, tremblement à la Nouvelle-Corinthe.

Le 30 et le 31, heures non indiquées, à Aigion et à Corinthe.

1862. *Février.* — Le 4, à Mendoza, une forte secousse. Depuis,

il y en a encore eu plusieurs autres dont M. Huidobro n'indique pas les dates. (*Anales de la Univ. de Chile*, Déc. 1862, p. 568.)

Avril. — Le 8, à Caracas, une forte secousse qui a coïncidé avec une autre à Terceire dans les Açores. M. Rojas, auquel j'emprunte ces faits, ajoute :

« Commotions répétées au Pérou, surtout en *juillet.*

» Commotions aux îles Açores, surtout en *septembre.*

» Fort tremblement à Caracas et sur la côte orientale du Venezuela.

» Les volcans du Tutupaca et du Winas, au Pérou, ont vomi de la fumée. Au volcan de Chillan (Chili), recrudescence d'activité. »

Août. — Le 11, 9 h. $^1/_2$ du soir, à Oran (Algérie), une forte secousse. (*Ann. de la Soc. météor.*, t. XIII, 1re part., p. 87; 1865.)

Octobre. — Le 1er, 10 h. 20 m. du matin, à Oran, une légère secousse du sud au nord (même source).

1863. *Mars.* — Éruption d'un volcan du Mexique, signalée ainsi sans détails par M. Rojas.

Mai. — A Colima (Mexique), tremblements répétés (même source).

Juin. — Le 29, 6 h. $^3/_4$ du soir, à Lima, fort tremblement suivi de petites secouses. (M. Paz Soldan.)

Novembre. — Le 24, à Coire (Grisons), une secousse. (*Schweiz-meteor. Beob.* 1866, p. 389.)

— (*Sans dates mensuelles.*) Éruption du Cosiguina et tremblements dans diverses localités de l'Amérique centrale.

Recrudescence d'activité au Kilauea.

A la fin de l'année, éruption de l'Antuco. (M. Rojas.)

1864. *Janvier.* — Le 8 (n. st.), 6 h. 10 m. du soir, à Sitka (côte NO. d'Amérique), fort tremblement semblable à deux coups de tonnerre. (*Ann. de l'Observ. phy. central de Russie*, p. 404, an 1864.) C'est le seul qui, depuis celui du 15 décembre 1843, soit mentionné dans ce recueil où se trouvent toutes les observations de cette station météorologique et que j'ai relevé exactement chaque année.

Février. — Le 10, au Vésuve, petite éruption signalée par M. Palmieri dans une lettre que je reproduirai au 17 novembre 1867.

Avril. — Le 1er, à Lindeberg (Westphalie), tremblement. (*Los fenomenos volcanicos de los ultimos tres anos por el Doctor K. Z. Traducion del aleman por el profesor Kulmann. El Federalista de Caracas,* 5 avril 1867.)

— Le 29, dans la partie NO. de la Présidence de Bombay, tremblement que j'ai déjà mentionné sans détails et sur lequel M. D. J. Kennely a publié dans les *Trans. Bombay roy. Geog. Soc.,* t. XVII, p. 288-301, des notices que je n'ai pas pu consulter. D'après les quelques mots qu'en dit M. Soechting, ce tremblement aurait ébranlé à peu près la même surface que celui de 1819; il se serait étendu de quarante milles plus au nord jusqu'au mont Aboa, et de cent vingt milles en moins vers le sud, jusqu'à Belemora seulement. Celui de 1819 aurait secoué 99,000 milles carrés et celui de 1864, seulement 77,000. D'ailleurs, suivant M. Soechting, qui n'en rapporte aucune, les données relatives aux heures seraient très-concordantes. (*Fortschritte d. phys. Geog. im J.,* 1864, p. 927.)

Mai. — Éruption de l'Arfaks en Afrique et nouvelle éruption du Turrialba dans l'Amérique centrale. (M. Rojas, *l. c.*)

Juin. — Le 1er, dans le comté de Sussex (Angleterre), tremblement signalé dans le *Federalista,* numéro cité au 1er avril précédent.

— Le 8, 2 h. 1/2 du soir, à Laybach (Carniole), tremblement ondulatoire du nord au sud. Vers 3 h. 1/2, seconde secousse forte. (M. Boué.)

Septembre. — Dans les provinces septentrionales de la république de l'Équateur, une grande secousse. L'onde séismique se propage jusqu'au nord et atteint Pasto et Popayan. En même temps, réapparition de la colonne de fumée au volcan de Pasto qui fait éruption. M. Rojas n'en indique pas le jour.

1865. *Janvier.* — Le 15, 11 h. du matin, à Merecambe Bay et dans le district de Furness (nord de l'Angleterre), tremblement

avec bruit souterrain. (*Geol. Mag.*, t. II, p. 191-192; comm. de M. Boué.)

— Le 20, 11 h. 45 m. (*sic*), à Ancône, une légère secousse ondulatoire du NNE. au SSO. (Mme Scarpellini.)

— Le 21, 1 h. 40 m. (*sic*), à Kandl (Tyrol), secousse avec bruit pareil au tonnerre; durée, 8 à 10 secondes.

Le 22, heure non indiquée, deux nouvelles répétitions.

— Le 30, éruption du Turrialba; les cendres couvrirent tout le plateau de Costa Rica. (*Federalista* du 5 avril 1867.)

— Le 30 (quel style?), avant 6 h. du matin, à Athènes, trois secousses.

Le 31, midi, nouveau tremblement. (M. Boué.)

Février. — Le 4, à Bassora et Bagdad, secousses plus fortes encore à Suk el Scheik. (*Federalista*, l. c.)

— Le 10, à Rhodes, tremblement très-fort. (Même source.)

— Dans le même temps disparaissait une petite île du groupe des Maldives. (*Ibid.*)

— Le 13, 10 h. 30 m. du matin, à Moustiers (Savoie), une forte secousse. (Mgr. le cardinal-archevêque Billiet.)

— Le 21, 9 h. 30 m. du matin, à Zante, une secousse du sud-est au nord (*sic*).

Mars. — Le 2, 10 h. du soir, à Vienne (Autriche), tremblement (M. Boué).

— Le 4, 9 h. du matin, à Zante, une secousse du sud au nord avec trépidations de bas en haut.

Le 24, 1 h. 30 m. du matin, une nouvelle secousse du sud au nord.

— Le 26, 5 h. 30 m. du soir, à Moustiers (Savoie), une secousse assez sensible.

Le 27, 1 h. du matin, autre secousse ressentie aussi à Bozet, aux Allues, et à Saint-Martin de Belleville. Le centre a paru être au hameau des Granges, commune de Saint-Martin. (Mgr Billiet.)

Avril. — Le 5, 1 h. 40 m. du soir, à Genobitz (Styrie), tremblement de l'ouest à l'est et de quelques instants de durée. (M. Boué.)

— Nuit du 9 au 10 (du 28 au 29 mars, v. st.), à Pylos

(Péloponèse), secousses de l'ouest à l'est et de longue durée. (M. Boué.)

— Le 12, 3 h. 35 m. du matin, à Zante, une assez forte secousse du sud au nord.

Le 13, 9 h. 45 m. du matin, une nouvelle secousse de même direction.

— Le 18, 6 h. du soir, à Scarperia (Toscane), tremblement ressenti aussi à Florence. Volcan caché à Pietra Mala. (M. Boué d'après l'*Intellectual Observer*, janvier-mars 1865, p. 82.) Il ajoute : « Ce sont peut-être seulement ceux de 1864. » — Je n'en connais pas en avril 1864; j'ai signalé plusieurs secousses pour le 15 et le 16 mars seulement de cette année en Toscane.

Le 18 et le 29, à Scarperia (Toscane), aux îles Ioniennes, surtout à Zante et sur la côte occidentale de Morée, fortes secousses. (*Federalista*, l. c.)

— Le 21, après 6 h. du soir, à Maracaïbo (Venezuela), tremblement fort et instantané. (M. Rojas.)

Mai. — Le 7, au large de la côte de Norwége, de Leuroig à Sandsver, Bergen et Christiania, tremblement. (*Federalista*, l. c.) N'est-ce pas celui du 11 ?

— Du 7 au 10, à Irkoutsk, trois tremblements (même source).

— Le 16, à Paasdorf (Autriche), tremblement accompagné d'affaissements du sol en divers lieux pendant une tempête. Murs renversés. (*Ibid.*)

— Le 17, 1 h. du soir, à Cumana, une très-légère secousse verticale, *de trepidacion*. Le 22, ou cinq jours après, la mer envahit le rivage et inonda une grande partie des côtes de la province d'Araya.

Le 27, 10 h. du matin, à Caracas, fort tremblement *con repercusion* en deux secousses. (M. Rojas.)

— Le 22, 9 h. 45 m. du soir, à Zante, une secousse du sud au nord.

Juin. — Le 1er, 9 h. 57 m. du soir, à Zante, une secousse du sud au nord.

Le 9, 4 h. 11 m. du matin, une secousse du nord au sud.

— Le 7, minuit (*sic*), à Bleiberg (Carinthie), quatre secousses. (M. Boué.)

— Le 9, à Nagy Karoly (Hongrie), tremblement. (*Federalista*, l. c.)

Le 13, 6 h. du soir, à Pinkafeld (Hongrie), tremblement de l'ouest à l'est et d'une seconde de durée avec bruit pareil au tonnerre. (M. Boué.)

— Le 12, à Tongres (Belgique), tremblement. (*Federalista*, l. c.)

— Le 14, à Agram (Croatie), tremblement (même source).

— Le 26, 3 h. du soir, à Spital sur le Sommering (Autriche), tremblement avec bruit semblable au tonnerre. La plupart des gens sortent des maisons. (M. Boué.)

Juillet. — Le 1er, 11 h. 56 m. du soir, à Zante, une secousse du nord au sud.

Le 10, midi un quart, une secousse du sud au nord.

— Le 6, 4 h. du soir, à Catanzaro, une secousse ondulatoire de l'O. à l'E.

Le 12, 10 h. du matin, à Cuneo (Piémont), légère secousse ondulatoire.

Le 13, 9 h. 15 m. du soir, à Naples, une légère secousse suivie de deux autres.

Le 18, 2 h. du matin, à Catane, une grande secousse verticale. Sa ligne d'action fut une courbe sinueuse d'environ dix-huit kilomètres, sur lesquels il se forma de grandes ouvertures, notamment près de Linera. (Mme Scarpellini.)

— Le 11, à Hartberg (Styrie), tremblement.

Le 13, 5 h. 50 m. du soir, à Poellau (Styrie), forte secousse du NO. au SE. avec bruit souterrain; deux ondulations pendant trois secondes.

Le même jour, heures non indiquées, à Furstenfeld, trois chocs du nord au sud. Murs lézardés.

Le lendemain 14, vers 9 h. $^{3}/_{4}$ (*sic*), répétition plus faible.

Le 14 encore, 10 h. 5 m. du matin, à Hartberg (Styrie), tremblement avec bruit souterrain et de sept à huit secondes de durée.

On l'a ressenti en même temps à Brikfeld, Vorau, Priedberg, Poellau, Fehring et Furstenfeld. A Vorau les habitants se sont sauvés des maisons. (M. Boué et le *Federalista,* l. c.) J'ai déjà mentionné ces secousses avec quelques variantes.

— Le 16, de 4 à 5 h. du soir, à Maturin (partie orientale du Venezuela), tremblement ressenti aussi à Carora, au nord de Cumana.

A Guiria (côte orientale de la province de Cumana), même heure à peu près, deux fortes secousses verticales, *con trepidacion,* et de cinq à huit secondes de durée.

Le même jour et aux mêmes heures, de 4 à 5 du soir, dans la province entière de Cumana, quatre tremblements de l'ouest à l'est. (M. Rojas.)

— Nuit du 19 au 20, à Fondo di Macchia (Sicile), tremblement déjà décrit. La secousse a été ressentie à Cosenza, dans la Calabre citérieure.

Le 29, midi un quart, à Guardia et à Cosenza, une nouvelle secousse. (M. Scaglione, *Atti dell' Accad. Cosentina*, t. X, p. 278.)

— Le 24, à Inspruck, tremblement. (*Federalista,* l. c.)

Août. — Le 1er, 9 h. $^1/_2$ du soir, à Zara (Dalmatie), forte secousse avec fort bruit souterrain. (M. Boué.)

— Le 8, 3 h. 12 m (?) du matin, à Temeswar (Bannat), faible secousse de l'ouest à l'est. Ciel serein, air calme. (M. Boué.)

— Le 8 encore, heure non indiquée, au fort Weder (Caucase), tremblement. (*Federalista,* l. c.)

— Minuit du 10 au 11 (le 10, 12 h. du soir), à Catanzaro, une légère secousse.

Le 11, heure non indiquée, à Florence, une légère secousse ondulatoire, *senza essere manifestata da parte degli strumenti* (*sic*).

Les 20, 24 et 30, au Vésuve, sensibles secousses ondulatoires, précédées de petites agitations du séismographe depuis le 17.

Le 22, 1 h. et 4 h. du matin, à Fossombrone, deux secousses.

Le 23, 7 h. 15 m. du soir, une nouvelle et forte secousse avec bruit souterrain. A la même heure, odeur sensible de soufre et de carbone. (Mme Scarpellini.)

— Le 26, 11 h. du matin, à Zante, une secousse du sud au nord.

— Dans le courant du mois, à Guiria (Venezuela), deux autres tremblements réguliers. (M. Rojas.)

Septembre. — Le 4, 0 h. 11 m. du matin (après-minuit), à Zante, une secousse du sud au nord.

— Le 6, 7 h. 30 m. du soir, à Capesterre et au Grand-Bourg (Guadeloupe), ainsi qu'à Marie-Galante, tremblement signalé *sans* détails dans mon dernier catalogue. Il a eu lieu pendant un violent ouragan qui avait commencé vers 7 h. Il est établi sur *beaucoup* de faits et de témoignages concordants. Des maisons bien construites, avec de bons murs de 60 centimètres d'épaisseur, ont été renversées, bien que leur peu de hauteur, le peu de prise offerte par la toiture au vent, les assurât contre les efforts de celui-ci.

Le même tremblement, mais moins fort, s'est aussi fait ressentir aux Trois-Rivières et aux Saintes où la mare des fossés du Fort Napoléon a diminué de niveau malgré la pluie. (*Bull. de l'Assoc. scient.*, n° 21, mai 1867, p. 8.)

— Le 14, 1 h. du soir, à Faido (Tessin), tremblement cité sans détails par M. Jametta dans les *Schweiz. meteor. Beobach.*, 1865, p. 482.

— Le 15, *ad ore* 4 $^1/_2$ della notte (*ore* 7, *m.* 15, *d. m.*), à Cosenza, une secousse de courte durée. (Scaglione, *l. c.*)

— Le 16, 5 h. 35 m. du soir, à Ciudad-Bolivar, fort tremblement avec bruit concomitant qui dura une ou même plus de deux minutes. Dans mon dernier catalogue, je l'ai indiqué comme ayant eu lieu à 5 h.

Le même jour, heures non indiquées, à Yaguaraparo (côte orientale de Cumana), trois tremblements très-forts.

Le 30, entre 11 et 12 h. après-midi, à Ciudad Bolivar, *autre* tremblement pour lequel j'ai indiqué 11 h. $^1/_2$ du soir.

Durant ce mois, dans la Cordillière de San Luis (province de Coro), trois tremblements de l'est à l'ouest. (M. Rojas.)

— Le 16, 9 h. $^1/_2$ du soir, à Forlach (Carniole), deux secousses verticales. (M. Boué.)

— Nuit du 17 au 18, à Forli, une légère secousse ondulatoire.

Le 21, 9 h. 50 m. du soir, à Urbino, une forte secousse ondulatoire du NO. au SE. et de huit secondes de durée. A 10 h. 3. m., une autre plus légère.

Le même jour, 9 h. 54 m. (*sic*), à Pérouse, une secousse ondulatoire d'environ huit secondes de durée et précédée de bruit (rombo). « Sa direction, écrivait le professeur Bellucci, donnée par le séismomètre à pendule, parut double, l'une du NE. au SO. et l'autre, moins marquée, de l'ONO. à l'ESE. Elle fut suivie, à de courts intervalles, dans l'espace de quinze minutes, de cinq autres secousses légères et d'intensité décroissante. »

Le 22, 3 h. 15 m., 4 h. 15 m. et 6 h. du matin, autres secousses légères. A 1 h. 52 m., 3 h. 15 m. et 10 h. 3 m. du soir, nouvelles secousses, la dernière avec le rombo ordinaire.

Le 23, 3 h. du matin, autre secousse ondulatoire.

Le 24, 11 h. 30 m. du matin, à Urbino, autre secousse de courte durée.

Les 26, 27 et 28, nouvelles secousses légères. (Mme Scarpellini.)

— Le 23, 0 h. 53 m. du matin, à Moustiers (Savoie), une forte secousse du nord au sud, très-sensible aussi à Brides, Bozet, Saint-Jean de Belleville et Haute-Cour. (Mgr. Billiet.)

— Au commencement du mois, au mont Taischan, province de Schan Long (Chine), fort tremblement pendant lequel la montagne s'éboula et mille personnes perdirent la vie. (*Federalista*, l. c.)

Octobre. — Le 1er et le 2, à Pérouse, légères secousses à divers intervalles.

Le 3, 10 h. 30 m. du soir, à Ancône, une légère secousse ondulatoire.

Le 3 et le 5, de nuit, à Pérouse, autres secousses légères.

Le 6, dans la matinée, encore une légère secousse.

Le 22, de nuit et dans la matinée, à Ancône, légères secousses ondulatoires. (M. Scarpellini.)

— Du 1er au 5, dans le val de Fierle, aux environs de Cartona (*sic*), secousses désastreuses. (*Federalista*, l. c.)

— Le 5, dans la soirée, à Handerey (SO. du Jutland), au bord de la mer, faible secousse. (M. Boué.)

— Le 7, 5 h. du matin, à Cumana, petit tremblement accompagné d'une détonation semblable à une décharge d'artillerie. On l'a ressenti aussi à Cariaco au nord de Cumana.

Dans le courant du mois, à Guiria (côte orientale de la province de Cumana), diverses secousses. (M. Rojas.)

— Le 11, 3 h. 17 m. du matin, à Zante, une secousse du sud-est à l'ouest (*sic*).

— Le 19, 7 h. du soir, à Murrau (Syrie), tremblement du NO. au SE. avec bruit semblable au tonnerre. Les fenêtres ont frémi. On l'a ressenti aussi à S. Laurenzo plus à l'ouest. (M. Boué.)

Le 19 et le 24, à Muran (*sic*) et à Saint-Laurent (Styrie), tremblements. (*Federalista,* l. c.)

Le 24, 10 h. du soir, à Inspruck (Tyrol), tremblement du nord au sud, avec bruit semblable à celui d'un ouragan. Durée, trois à quatre secondes.

Minuit du 25 au 26, à Kendberg (Styrie) et au château d'Oberkendberg, tremblement précédé de beaucoup d'averses quelques heures auparavant.

Le 26, 4 h. du soir, à Linz, tremblement.

Le même jour, 5 h. du soir, à Gmenden Fenrera (?) (haute Autriche), tremblement. Orage la nuit précédente. (M. Boué.)

— (Sans date de jour.) Éruption du Popocatepetl. (M. Rojas.)

Novembre. — Le 1er, 2 h. 30 m. du matin, à Saint-Jean-de-Maurienne, une forte secousse, précédée d'une secousse plus faible. (Mgr Billiet.)

— Le 3, à Samos, tremblement violent. (*Federalista,* l. c.)

Le 24, les secousses continuent à l'île de Chio, suivant M. Boué.

Le 27 et le 28, à Rhodes, secousses que me signale encore M. Boué, mais que M. Ritter, toujours très-exact, ne m'a pas mentionnées.

— Le 6, 3 h. 43 m. du matin, à Inspruck (Tyrol), tremblement du nord au sud. (M. Boué.) Le *Federalista* cite encore Schwatz, Rattenberg et Kufstein.

Le 7, 8 h. du soir, dans la Carinthie Supérieure, tremblement du nord au sud et de quelques secondes de durée avec bruit souterrain, semblable au roulement d'une voiture, trente heures après l'éclipse de soleil. (M. Boué.)

— Le 18, à l'île Hawaï (Sandwich) et dans l'archipel des Tonga, plusieurs tremblements. Dans le même temps, la *Syrène*, à grande distance dans le sud-ouest, ressentait une secousse sous-marine accompagnée de forts bruits. (*Federalista*, l. c.)

— Le 23, 11 h. 1/2 du matin, à Cosenza, légère secousse accompagnée d'une faible détonation. (M. Scaglione, *l. c.*)

— Le 26, 9 h. du matin, à Saint-Pierre (Martinique), fort tremblement qui a ébranlé une grande partie des Antilles. A Kingston (Saint-Vincent), même heure, secousse de l'est à l'ouest. A Saint-Georges (Grenade), 9 h. 10 m., trois fortes secousses. A Georgetown (Guyane anglaise), 9 h. 15 m., une secousse légère. A Port de Castries (Sainte-Lucie), on a indiqué 9 h. 25 m. du matin et à la Trinidad, 9 h. 36 m. Le tremblement y a été noté comme très-fort. (M. Rojas.)

Décembre. — Le 1er, 2 h. du soir, à Zante, une secousse du sud au nord.

Le 17, 1 h. 30 m. du soir, une nouvelle secousse de même direction.

Le même jour et à la même heure, aux îles Sporades, situées à trente milles au sud de Zante, tremblement avec beaucoup de dégâts.

Le 29, 10 h. du soir, à Zante, une secousse du sud au nord.

— Le 2, 10 h. 10 m. du soir, à Saint-Radegund (Styrie), tremblement du SO. au NE. Fort mouvement des meubles.

Le 3, entre 10 et 11 h. du soir, à Hueden, Fehring, Pollau et Gratz, ondulations venant de l'est et se dirigeant au NO. Durée, quelques secondes. (M. Boué.)

— Le 14, à Naples, fréquentes secousses indiquées par le séismomètre. Elles furent très-distinctes à Isernia. (Mme Scarpellini.)

— Le 15, 6 h. 50 m. du soir et le 20, 2 h. du matin, à Chittagong (Indostan), deux tremblements. (M. Boué.)

— Le 25, 10 h. du soir, au Biot (Haute-Savoie), tremblement qui a fort effrayé les habitants. (M[gr] Billiet.)

— Le 30, 5 h. et 8 h. du soir, à Sienne, légères secousses. Le 31, 3 h. du soir, une nouvelle secousse, ondulatoire et très-forte. (M[me] Scarpellini.)

DEUXIÈME PARTIE.

TREMBLEMENTS DE TERRE EN 1866.

Janvier. — Le 2, vers 6 h. 1/4 du soir, à Mexico, tremblement violent qui a duré environ trente secondes. « La secousse, écrit-on le 10, s'est fait sentir à la fois sous la double forme d'oscillation et de trépidation, et s'est éteinte graduellement. Bien qu'il y ait plusieurs dégâts à regretter, cette commotion a été loin d'avoir l'intensité et la durée de celle du 3 octobre 1864. Malheureusement, nous apprenons qu'à Orizaba les secousses ont été plus fortes et ont causé des dommages matériels sérieux, ainsi qu'à Maltrato, à Coscomatepec et à Cordova. A Vera-Cruz, on n'a éprouvé qu'une secousse inoffensive. »

A cette courte relation donnée par le *Moniteur* du 9 février, j'ajouterai les détails suivants que j'emprunte au journal de Caracas *el Porvenir,* du 7 février, dont je dois la communication à M. le docteur Aristides Rojas :

« Le 2, 6 h. 20 m. du soir, à Vera-Cruz, forte secousse, oscillation et trépidation, de l'E. à l'O. et de 90 secondes de durée. Vent du nord. Pas de malheur à déplorer. (*Journal de Vera-Cruz,* du 2.)

» Le *Ferrocarril*, journal d'Orizaba, décrit assez longuement les dégâts éprouvés dans cette ville; des églises et des maisons ont été fortement endommagées; deux enfants ont péri sous les ruines; plusieurs personnes ont été blessées. A Cordoba, les églises

et les maisons ont éprouvé des dommages considérables. Tout le monde s'est retiré dans les rues.

» Nuit du 2 au 3, 6 h. 20 m., à Mexico, tremblement léger et de courte durée. Oscillations du nord au sud.

» A Puebla, 6 h. 20 m. de la nuit (*de la noche del* 2 *al* 3), tremblement plus fort qu'à Vera-Cruz.

» A Acatzingo, la coupole de la paroisse a perdu son aplomb. Du côté de Tlacotepec, on a entendu un bruit sourd. A Orizaba, la violence des oscillations s'est fait sentir pendant deux secondes, mais sans *nouveaux* dégâts. *No ha habido novedad ni en las personas ni en los edificios.*

» Suivant les lettres de San Andres de Chalchicomula, le tremblement de cette même nuit, *en la misma noche*, y a produit des dommages aux édifices sans aucun malheur personnel. On n'indique pas d'heure.

» Enfin, le 3, on écrit d'Oajaca : Cette nuit, entre 6 et 7 h. (*sic*), nous avons souffert (*sufrimos*) un très-fort tremblement de terre qui venait de l'E. à l'O. et qui était accompagné d'un bruit épouvantable. Il a été très-long; les toits et les murs de plusieurs maisons ont perdu leur aplomb. Beaucoup de personnes ont couché dehors, *mucha gente no dormia en las casas;* cependant aujourd'hui le calme est revenu. »

La rédaction du journal *el Porvenir* me laisse des doutes sur l'existence d'un double tremblement. Les expressions : *a las* 6 *y* 20 *minutos de la noche del* 2 *al* 3 et *a las* 6 *y* 20 *minutos del tarde*, ne sont-elles pas synonymes? Cependant, le texte cité, en parlant d'Acatzingo, semble se rapporter à une nouvelle secousse; autrement, le mot *novedad* n'aurait pas de sens. Mais à Oajaca on n'a pas dormi dans les maisons; il s'agit donc d'une secousse ressentie entre 6 et 7 heures du soir. Toutefois, comme il est bien rare qu'une très-forte secousse ne soit pas suivie de plusieurs autres chocs plus légers, il est probable que la nuit du 2 au 3 n'a pas été tout à fait calme.

Voici ce que M. Eugène de Montserrat, jeune savant attaché comme géologue à l'expédition scientifique du Mexique, écrit à M. Ch. Sainte-Claire Deville, sur ce tremblement dont il indique

une seule date, le 2 à 6 h. 15 m. (*sic*) : « Le mouvement était de l'est à l'ouest et les ondes avaient une amplitude qui pouvait aller jusqu'à 20 degrés. Ce phénomène n'a pas causé de désastres à Mexico même; mais à Cordova, à Orizava et à Tehuacan, etc., la secousse a été tellement forte que la plupart des édifices se sont écroulés. Dans la vallée de Mexico, une localité située au pied du Popocatepetl a ressenti deux ou trois secousses violentes, et une autre localité du nom de Maltrato, au pied de l'Orizava, a été presque entièrement détruite. Le tremblement a coïncidé avec un fort vent du nord et un grand abaissement de la température qui, le jour même, est descendue à Mexico à 3 ou 4 degrés au-dessous de zéro. » (C. R. t. LXII, p. 397.)

— Le 5, 4 h. 1/2 du matin, à Bellune (Vénétie), trois chocs forts avec des intervalles de cinq en cinq secondes.

Le 6, 7 h. du soir, répétition. (M. Boué.)

— Le 5, 7 h. du soir, à Djidjelly (Algérie), une secousse assez forte. (M. Aucapitaine.)

— Le 7, 8 h. 10 m. du matin, à Saint-Jean (Porto Rico), léger tremblement.

Le même jour, 8 h. du matin, 1 h. et 6 h. 1/2 du soir, à Mayaguez (même île), trois secousses, ressenties aussi à San German. (*El Porvenir* de Caracas, 25 mars.)

— La nuit du 8 (*sic*), 9 h. 35 m., à Casma (Pérou), bruit souterrain et, quelques instants après, une secousse qui a duré trente secondes seulement, tandis que le bruit a continué pendant près d'une minute et un quart avec un léger affaiblissement. Dégâts peu importants. (*El Porvenir,* du 23 février, d'après *el Comercio* de Lima, du 23 janvier.)

— Nuit du 10 au 11, minuit et demi, à Constantinople, tremblement avec baisse remarquable du baromètre.

Le 11, à Rhodes, secousses dont M. Ritter ne me donne pas les heures.

Le 13, 4 h. du matin, à Gallipoli, une forte secousse.

Le même jour, 6 h. du soir, à Rhodes, une secousse. Ouragan à Salonique. Grande oscillation barométrique, du 10 au 15, à Constantinople. (M. Ritter.)

Du 19 au 21, à Chio, six fortes secousses horizontales de l'est à l'ouest. Plusieurs maisons lézardées. On n'a pas pu en préciser les heures à M. Lenormant.

Le 22, un peu après midi, une forte secousse dirigée encore de l'est à l'ouest. Dans la même journée on a remarqué un fort bouillonnement de la mer et la sortie d'une colonne de fumée au milieu des flots, à mi-distance entre l'île et la côte voisine de l'Asie Mineure. (M. Lenormant, C. R., t. LXII, p. 1092.)

Le 26, à Kourbatzi (Eubée), tremblement mentionné par M. Schmidt.

Sans vouloir rattacher théoriquement ces diverses secousses à l'éruption volcanique qui a commencé à la fin du mois dans le golfe de Santorin, j'ai cru devoir ici, suivant mon habitude, les en rapprocher pour ne pas interrompre la série des phénomènes qui se sont manifestés dans cette région séismique si naturelle.

Le 28, vers 10 h. du soir, à Santorin, une légère secousse, mentionnée par M. De Cigalla, qui ne l'a pas ressentie lui-même, mais qui la signale comme ayant été remarquée par quelques personnes. (*La Turquie*, n° du 6 mars.)

Le 28 et le 29, à Santorin, plusieurs secousses légères. Ce sont, dit M. Lenormant, les premiers indices par lesquels s'est révélé le mouvement éruptif qui allait se manifester [1].

[1] Les premiers renseignements publiés sur cette nouvelle éruption de Santorin ont été fournis par M. le docteur De Cigalla qui, dans le commencement, en a été le seul témoin oculaire compétent. Ses observations ont été reproduites par *la Turquie*, journal qui se publie à Constantinople et dont mon excellent ami, M. l'ingénieur Ch. Ritter, m'a envoyé plusieurs numéros.

Les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences ont reproduit plusieurs lettres de M. Lenormant et de M. Ledoulx, notre consul à Syra, t. LXII, pp. 392-396, 465-468, 608-610, 748-749 et 1092-1095. On trouve aussi dans le même volume, pp. 796-799, 896-905 et 1187-1191, trois lettres de M. Fouqué, chargé par l'Académie d'aller observer l'éruption.

Outre ses lettres, M. Lenormant a publié son voyage à Santorin dans le *Correspondant*, n° de mai, pp. 122-162, n° de juin, pp. 325-360 et n° d'août, pp. 962-990; 1866.

M. Fouqué a publié le sien dans la *Revue des deux Mondes*, livraison du 15 août 1866, pp. 1008-1022.

J'ai pu consulter encore les documents suivants : F. RITTER V. HAUER. *Vul-*

Nuit du 29 au 30 (du 17 au 18, v. st.), à Santorin, une forte secousse de longue durée, mais sans dégâts.

Avant de donner le journal de cette éruption mémorable, je rappellerai en quelques mots les traits caractéristiques du golfe de Santorin dans lequel ils se sont produits. Il représente assez exactement la figure d'un croissant. Avec l'îlot d'Aspronisi et l'île de Thérasia, dont la forme est analogue à la sienne, Santorin dessine comme un anneau interrompu au NE. et au SO., qui enferme une rade d'environ trois lieues de diamètre, énorme cratère aujourd'hui rempli par les eaux. C'est au centre de cette rade que s'élèvent les trois îlots brûlés, Kammènes ou Kamménis, sortis des flots en l'an 197 avant notre ère (Palaea-Kamméni), en 1573 (Mikra-Kamméni) et en 1707 (Néa-Kamméni). Le plus grand et le plus central est le dernier; il est allongé du nord au sud et présente à son extrémité méridionale un cône de scories, haut de 150 mètres, que couronne un vaste cratère éteint depuis plus de 150 ans et que nous aurons occasion de mentionner plus loin. En avant de ce cône, deux coulées de lave projetées dans la mer bordent le port de Voulcano, lequel, avec la petite anse de Saint-Georges, située sur le flanc ouest de Néa-Kamméni, est le seul point où les bâtiments aient pu mouiller avec sécurité jusqu'à présent dans la rade de Santorin. C'est dans ce port de Voulcano que se produisaient les dégagements de gaz sulfureux qui donnaient à l'eau de la mer la curieuse propriété de nettoyer avec rapidité le doublage en cuivre des navires, en tuant les coquil-

canische Erscheinungen in Santorin. — *Verandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Jahrb.*, t. XV, pp. 20-23, 35-54 et 62-64.

A. PETERMANN. *Die neuesten Erscheinungen bei der Griechischen Insel Thera (Santorin).* — *Geogr. Mittheil.*, nº IV, 1866, pp. 134-144. On y trouve des extraits de journaux grecs résumés par M. le Justitzrath D. Kind, et des lettres de M. Julius Schmidt, directeur de l'Observatoire d'Athènes. Cet article reproduit des croquis très-intéressants, déjà publiés par M. de Hauer.

DE HAHN. *Ueber die neuerlich auf der Insel Santorin Statt findenden vulcanischen Eruptionen.* — *Sitzb. d. math.-naturw. d. k. k. Akad.*, t. XIII, partie 2, pp. 411-415.

A.-C. CHRISTOMANOS. *Die neuesten vulcanischen Erscheinungen auf Santorin.* — *Ibid.*, pp. 416-448. 2 pl.

lages et les plantes qui s'y étaient attachés. Sur le côté est du port de Voulcano s'était bâti depuis peu d'années un assez gros village de plaisance où, pendant l'été, les riches habitants de Santorin allaient prendre les bains de mer.

Le 30 au matin, le gardien de l'établissement de ces bains remarqua que le toit de sa demeure voûté et construit en béton, comme tous les toits de Santorin, était traversé par une étroite lézarde. Il pensa d'abord que cette fente était l'effet d'un défaut de construction; néanmoins, ayant visité les maisons voisines, il trouva que toutes étaient plus ou moins ébranlées et fissurées. Il y avait donc eu, pendant la nuit, un mouvement du sol. Le cône de Néa-Kamméni présentait également des traces d'une commotion souterraine. Des blocs volumineux s'en étaient détachés.

Dans cette journée, les secousses recommencèrent, sans grande violence, à Santorin même, mais prirent une extrême intensité dans l'îlot de Néa-Kamméni.

A la fin du jour, les maisons les plus voisines de l'anse de Voulcano commencèrent à menacer ruine.

La nuit suivante, les habitants de Santorin virent distinctement des flammes rouges, hautes de 3 à 4 mètres, s'élever du milieu de la mer dans le canal entre Palaea et Néa-Kamméni.

Le 31, dans la matinée, tous ces phénomènes continuèrent en redoublant encore d'intensité. La nuit suivante, les flammes reparurent au même point que la veille. (*La suite à février.*)

— Le 15, 9 h. 30 m. du soir, à Paterno (base SO. de l'Etna), tremblement qui se fit sentir dans tous les environs.

Le 22, éruption boueuse dans l'ancienne salse nommée la Salinella de Paterno. (M. Silvestri, C. R., t. LXII, pp. 646-649.)

— Le 22, 8 h. 5 m. de la nuit, à Port d'Espagne (Trinidad), petit tremblement.

Le 24, 5 h. du matin, à la Trinidad, fort tremblement.

— Le 23, entre 3 et 4 h. du matin, à Antimano, village près de Caracas, petit tremblement avec bruit sourd prolongé. Plusieurs personnes l'ont ressenti en ville. (*El Federalista* de Caracas, 23 janvier.)

Dans une lettre datée du 25 et contenant l'extrait du journal

que je viens de citer, M. le docteur Rojas, de Caracas, ajoute : « Nous avons également ressenti, hier matin (*ayer manana en Caracas*), une petite secousse qui s'est étendue dans un village éloigné de deux lieues. » Y a-t-il eu tremblement le 23 et le 24? M. Revenga ne signale le 24 que pour la Trinidad.

A la fin du mois, à Caucagua (Venezuela), plusieurs bruits souterrains assez forts dans le milieu du jour. On eût dit des coups de canon qui se faisaient entendre à l'est jusque vers le nord. A la suite de ce fait, le journal *el Porvenir,* du 12 mars, ajoute : « Ces détonations doivent avoir quelque relation avec le tremblement qui a eu lieu le 24 dans l'île de Trinidad, voisine de la Côte Ferme et qu'a signalé le *Federalista.* » Suivant M. Revenga, ces bruits séismiques et de petites secousses presque insensibles ont été très-fréquents depuis le 20 décembre 1865 jusqu'au 1er mars suivant, avec recrudescence lors du tremblement du 23 janvier.

— Le 25, 10 h. 32 m. du matin, à San Francisco, une légère secousse. A Sonoma, 10 h. 40 m. du matin; une forte secousse du NE. au SE. (*sic*). Le journal français l'*Union,* du 25 mars, donne à tort, je crois, la date du 7 février pour San Francisco.

— Nuit du 28 au 29, à Forli, une légère secousse.

— Le 29, éruption du Mauna Loa, aux Sandwich. (*Porvenir* de Caracas, 22 mars, d'après le *New-York Herald.*) J'emprunte la date à M. Revenga.

— Le 30, 1 h. du matin, à Zernetz (Basse-Engadine, Grisons), tremblement assez fort du nord au sud.

— Le même jour, 11 h. 57 m. du matin, à Zante, une légère secousse.

— Le 30 encore, 8 h. du soir, par lat. 31°57'N. et long. 38°24'O. de Gr. (à 200 lieues environ dans le SO. des Açores), le vaisseau prussien *la Comète,* capitaine Schafter, éprouva une légère secousse sous-marine.

A 10 h. 15 m., il ressentit un tremblement très-fort qui dura trois minutes. La mer se souleva dans toutes les directions et l'on entendit un bruit sourd qui, quoique souterrain, ébranla toute l'atmosphère. Le bâtiment trembla comme s'il eût touché sur un grand corps flottant. Avant le phénomène, le ciel était clair, l'air

calme et la mer tranquille. Le même temps continua après le tremblement.

— Sans date de jour. Dans l'Inde, les secousses continuent sans dégâts sérieux. (Voir au 14 février suivant.)

— Dans le courant du mois, éruption au cône qui s'était formé à l'ouest du Merapie (Java), pendant l'automne précédent.

Février. — Le 1[er], vers 5 h. du matin (une heure avant le lever du soleil), on voit distinctement de Théra des flammes rouges ou jaunâtres, hautes de trois à quatre mètres, s'élever de la côte ouest de Voulcano et de la mer voisine. Au jour, elles cessent d'être visibles. Le bouillonnement de la mer, produit par des dégagements gazeux, s'accroît de plus en plus et la température s'en élève tellement que les poissons flottent tout cuits à la surface des eaux qui prennent une couleur rouge due à du chlorure de fer en dissolution.

Vers le milieu du jour, une fissure se produit dans le sol de la partie SO. de Néa-Kamméni, depuis le fond du port de Voulcano jusqu'au canal qui sépare Néa de Palaea-Kamméni. De cette fissure s'élèvent des vapeurs sulfureuses tellement intenses qu'elles mettent en fuite les troupes de goëlands et d'autres oiseaux de mer accourus pour se repaître des poissons morts.

Le sommet du cône de Néa-Kamméni se déchire également; des blocs énormes s'en détachent et roulent le long des pentes jusqu'au bas. En même temps, quatre petits lacs d'eau douce se forment à l'est du port de Voulcano, en arrière des habitations, en un point où le sol paraissait uniquement formé de roches volcaniques entassées, et où il n'y avait jamais eu trace de source. Ces divers faits ont été constatés par M. le docteur De Cigalla qui s'était fait conduire ce jour-là sur les lieux et auquel nous devons des renseignements précieux sur la marche de l'éruption, notamment à son début.

Ce jour-là on avait noté une légère secousse à Théra.

Dans le courant de la soirée, M. De Cigalla voit reparaître les flammes qui avaient été aperçues la nuit précédente et que la clarté du jour l'avait empêché de distinguer. Elles persistent toute la nuit au même point que la veille.

Le 2, tous ces phénomènes continuent en augmentant encore d'intensité. Les quatre lacs d'eau douce s'accroissent et il s'en forme encore cinq autres dont l'eau est claire et sans aucune saveur. Les fentes du sol s'élargissent; il en paraît de nouvelles. L'affaissement du quai s'opère toujours d'une manière régulière, mais plus lentement à l'est du port où il n'est que de dix centimètres par heure. Cependant il a déjà atteint plusieurs mètres en certains endroits et l'eau pénètre dans quelques maisons. Les bruits sont incessants et de légères secousses se font sentir de temps en temps. Le mouvement des eaux y est si fort qu'il est impossible de s'en approcher en barque. Les vapeurs sulfureuses sont transportées jusqu'à Théra par le vent du sud.

Le 2, heure non indiquée, à Chio, une forte secousse horizontale de l'est à l'ouest. Une maison lézardée et plusieurs autres renversées.

Le même jour, la source sulfureuse d'Hypate en Phthiotide, où l'on avait créé un établissement thermal depuis trois ans, a cessé de couler.

Dans la nuit du 2 au 3, les flammes reparaissent près du port, notamment à l'ouest.

Le 3 au matin, elles sont remplacées par un épais nuage de fumée blanche dont la sortie de la mer est accompagnée d'un sifflement continuel. L'affaissement du sol suit son cours, les crevasses du cône qui domine l'île s'élargissent encore. L'eau des lacs, à l'exception d'un seul, a pris une saveur amère et salée. Le sol du côté occidental du port de Voulcano devient brûlant; l'eau de la mer bouillonne, elle est blanche non-seulement près du port, mais dans la rade entière et jusqu'à l'île de Théra.

Bientôt le nuage de vapeurs, qui s'échappe de la mer avec un sifflement aigu, est remplacé par une fumée rougeâtre, et les officiers de la cannonière hellénique *Plixaura* envoyée sur les lieux, constatent, dans le port de Voulcano près de la rive occidentale, l'existence d'un récif sous-marin qui s'élève progressivement avec une grande rapidité et dont le sommet n'est plus qu'à une brasse de la surface des eaux.

« Enfin, dit M. De Cigalla, ce récif émerge, grandit rapide-

ment et devient une île. Mais l'eau de la mer qui bouillonne est tellement chaude que je ne puis y aller en barque; je m'en approche cependant du côté de la terre, à une distance de dix pas (10 Schrift); la fumée est épaisse, mais non brûlante comme l'eau de la mer. Le spectacle est magnifique, je vois comment l'île se forme et s'accroît et je ne cours pas le moindre danger; le sol oscille et, de temps en temps, se fait entendre un léger bruissement (Brausen), suivi d'un grand fracas, pendant que l'îlot se développe comme une vessie qui se gonfle, et s'accroît ainsi d'instant en instant; pas une seule pierre n'est projetée hors de l'eau. Au moment où j'écris (le 3, 11 h. du matin), j'évalue sa hauteur de 20 à 30 aunes (Ellen), sa longueur à 50 et sa largeur de 10 à 12. »

Le soir, l'affaissement du sol du village de Voulcano est de trois mètres, et une partie des maisons se trouvaient ainsi enfoncées dans la mer.

Le 4, l'île nouvelle, nommée île du Roi Georges ou Georges Ier, grandit toute la journée sans convulsions violentes. A 3 h. du soir, M. De Cigalla estime qu'elle a doublé. La plus grande partie des pierres dont elle se compose est d'un noir foncé; quelques-unes seulement sont rouges ou d'un gris foncé.

Dans la nuit du 4 au 5, l'île continue à croître avec le même calme; mais les pierres paraissent incandescentes et lui donnent l'aspect d'un énorme tas de charbons en ignition. La fumée qui s'en dégage ressemble à la queue d'une comète. Quelques-uns des lacs formés récemment brillent d'un éclat phosphorescent et de temps en temps des flammes rougeâtres s'échappent de la grande crevasse qui se trouve au sommet de Néa-Kamméni.

Le 5, à 6 h. du matin, la fumée augmente encore, relativement à la grandeur de l'île qui continue à croître quoique moins rapidement qu'hier. Elle forme un monticule de 70 mètres de longueur, 30 de largeur et 20 de hauteur. Sa plus grande longueur est dirigée dans l'axe du port de Voulcano, c'est-à-dire du nord au sud. Les blocs d'une roche volcanique noire et compacte, qui recouvrent sa surface, sont sans cesse rejetés du centre vers la périphérie comme si le développement de l'îlot se faisait par son

centre. Ceux de ces blocs qui tombent tout autour sont remplacés par d'autres dont la température est de plus en plus élevée, si bien que les blocs noirs et froids qui ont paru d'abord font place à des masses incandescentes et le monticule tout entier devient lumineux dans l'obscurité. Des flammes se dégagent sur toute sa surface, mais plus particulièrement à son sommet. « Les flammes, dit le savant docteur De Cigalla, de Santorin, dans un rapport au sous-préfet, sont évidemment produites par des dégagements de gaz combustibles au milieu desquels une action mécanique projette d'imperceptibles molécules de matière incandescente. Ces molécules colorent les flammes en rouge à leur base, mais à leur sommet elles sont bleuâtres comme celles d'un gaz en combustion. »

Dans la nuit du 5 au 6, l'île Georges Ier continue à s'étendre et à s'élever. La surface est couverte de petites flammes rouges. La fumée paraît souvent lumineuse comme une queue de comète, et le temps étant calme avant minuit, elle s'est élevée verticalement en forme de colonne de trombe marine, mais d'une couleur blanche. Deux ou trois fois on entendit un bruit sourd, accompagné d'odeur sulfureuse, et, vers le matin, un bruit semblable à une détonation d'artillerie. Tous ces phénomènes avaient leur source, non pas dans le petit port de Voulcano, mais dans la pointe qui le ferme à l'ouest.

Le 6, l'accroissement de l'îlot volcanique paraît s'effectuer plus rapidement que la veille; il se réunit à Néa-Kamméni dont il ne constitue plus désormais qu'un simple promontoire. M. De Cigalla en évalue l'extension, qui s'est faite du matin à 5 h. du soir, à 95 mètres environ. Quelques personnes en ont fait l'ascension le même jour. Elles prétendent qu'au sommet il existe du limon et que les pierres ne sont pas très-dures. La fumée ne les a nullement gênées.

La mer continue à être d'une couleur verte et seulement une partie en forme de bande commençant au petit port de Voulcano et se dirigeant vers le SE. (sur une longueur de 350 à 500 mètres et une largeur de 20 à 30 m.) est de couleur violette. La température de la mer varie comme hier, suivant les endroits, de 14°

à 45°R. La profondeur en divers points du golfe a été trouvée beaucoup moindre qu'auparavant; ainsi, entre Athenioe et Voulcano, là où la dernière carte de l'amirauté anglaise note 100 brasses, il n'y en a plus que 30 aujourd'hui, et, à la pointe méridionale de Néa-Kamméni, au lieu de 17 brasses, il n'y en a plus que 3.

Le même jour et non le 7, comme l'avait dit d'abord M. Lenormant, 1 h. 45 m. du soir, à Patras, secousses horizontales de l'E. à l'O. Elles ont duré 20 secondes, légères d'abord, puis augmentant d'intensité et devenant continues pendant les dix dernières secondes. Deux maisons ont été abattues et quelques autres ont plus ou moins souffert. Suivant quelques personnes, il y aurait eu une première secousse légère à 10 h. 15 m. du matin.

Le tremblement a été ressenti dans les villages de la banlieue immédiate de Patras, mais il ne s'est pas propagé sur la côte du golfe de Lépante, du côté de Vostitza, de Calavryta et de Corinthe. A Tripolitsa, même heure, même direction et même durée qu'à Patras. Maisons lézardées, mais aucune renversée.

Ce tremblement s'est fait sentir dans les campagnes jusqu'aux limites d'Argos, mais à Argos même il n'y a pas eu de secousse. Au reste, les tremblements de terre, même les plus violents qui ont ravagé le Péloponèse, tels que ceux de 1858 et de 1862, ont à peine été ressentis à Argos, ce que les habitants attribuent aux puits profonds et nombreux de la ville.

A Cythium et dans tout le Magne, on a encore éprouvé, le même jour, entre 1 et 2 h. du soir, une violente secousse aussi de l'E. à l'O.

A Zante, 1 h. 45 m. du soir, suivant M. Barbiani, 1 h. 57 m., suivant M. Vlasto, une longue secousse, extrêmement légère, dirigée non de E. à l'O., mais de l'ENE. à l'OSO.

Le 7 au matin, les eaux du golfe de Santorin commencent à devenir plus claires et à reprendre leur teinte. A 10 h. 1/2 du matin, la mer est devenue plus trouble que jamais et elle s'est colorée au delà même du golfe. Le bouillonnement autour de Georges Ier a augmenté ainsi que la fumée qui a pris de nouveau une couleur plus foncée. A la fin de la journée, elle est d'une teinte plus

blanche, de sorte que de loin le nouveau promontoire ressemble à une montagne couverte de neige.

« La matière bourbeuse, que les matelots ont remarquée hier au sommet du promontoire, dit M. De Cigalla, provient, ainsi que j'ai pu m'en assurer moi-même, du soulèvement du fond du lac bourbeux, et les pierres rouges et cendrées, des ruines des constructions submergées. »

Enfin, suivant le même observateur, la température des pierres diminue de la base au sommet. La fumée présente aussi la même particularité, ayant une température de 60° R. à la base et 22° seulement au sommet.

A 4 h. du soir, quatre jours après sa première apparition, le promontoire du roi Georges atteignait 150 mètres de longueur, 60 de largeur et 30 de hauteur.

Le 8, quelques symptômes d'éruption prochaine se manifestent à l'occident de la pointe SO. de Néa-Kamméni, nommée Phléva, dans le canal entre cette île et Palaea-Kamméni. La mer y devient très-chaude et fortement colorée en jaune verdâtre; des dégagements gazeux s'y produisent en grande abondance.

« A 1 h. 1/2 de l'après-midi du 27 janvier (v. st.), écrit M. De Cigalla, la mer bouillonnante entre le petit port de Voulcano et le lieu appelé Diapori de la Vieille-Kamméni, dans une étendue de 25 à 30 mètres carrés, commença à tournoyer de l'E. à l'O. et au N. et forma une cavité en forme d'entonnoir du fond de laquelle s'élançaient, en forme de jet à une hauteur de 2 mètres au-dessus de la mer, de petites pierres ponces (ou petits morceaux de lave scoriacée, suivant M. Fouqué). Cette éruption dura près de dix minutes et nous fit croire qu'une nouvelle île était soulevée de ce côté.

» Vers le soir du même jour, on remarqua que la mer s'était colorée sur la côte orientale de l'île de Santorin, surtout à l'endroit appelé Coulombo, où se trouve submergée l'une des plus anciennes villes de Santorin et où elle se colorait auparavant de temps à autre. » (*La Turquie*, 6 mars.)

« Le 9 (28 janvier, v. st.), ajoute M. De Cigalla, durant toute la nuit, on sentait une odeur semblable tantôt à celle de la fumée de

la houille, tantôt à celle de la fumée de la poudre et souvent à celle de l'eau de sentine agitée. La vapeur paraissait de loin lumineuse, mais de près elle ne paraissait point ainsi, car les flammes ne sortaient que par intervalles.

» L'action du soulèvement et de l'affaissement a eu lieu ce jour-là avec beaucoup d'activité, surtout depuis 3 h. du soir, car le promontoire s'est étendu jusqu'à peu près à l'entrée de Voulcano et la moitié de la côte orientale du côté de Voulcano ne subsiste plus.

» A 4 h. la fumée a augmenté plus que jamais et malgré cela notre bon volcan continue à travailler tranquillement.

» Vers 10 h. du soir, à Santorin, une petite secousse a été ressentie par quelques personnes seulement. »

Le 10, les phénomènes éruptifs ne changent pas de nature et suivent leur développement régulier.

Le même jour, 4 h. du soir, à Patras, une légère secousse de l'E. à l'O. comme les précédentes.

Le 11, à 9 h. 1/4 du matin et 1 h. du soir, bruits sourds accompagnés d'une colonne de feu et de fumée noire; rien de nouveau dans l'allure des phénomènes éruptifs qui continuent.

C'est ce jour-là, et non le 9, comme le dit M. Lenormant, qu'arriva à Santorin la canonnière hellénique *Aphroëssa*, portant la commission scientifique composée de MM. Schmidt, Mitzopoulos, Boujouska, Christomanos et Palaska.

C'est aussi ce jour-là qu'au bas du flanc de l'ancien cône d'éruption de Néa-Kamméni se montrèrent de fortes fumerolles qui, de jour en jour, s'élevèrent plus haut vers le sommet dont elles envahirent le cratère vers la fin de mars.

Le 12, les phénomènes éruptifs continuent. A 8 h. 1/2 du soir, bruit pareil au tonnerre, flamme et colonne de fumée. A 10 h. 22 m. le phénomène se renouvelle et dure deux minutes; puis à 10 h. 35 m. il se renouvelle encore.

Le 13, à 10 h. 2 m., 10 h. 10 m., 10 h. 12 m., 10 h. 16 m. du matin et de 1 h. à 6 h. du soir, nouvelles détonations. Le promontoire du Roi Georges ne se borne plus à remplir entièrement le port de Voulcano; il en dépasse l'ouverture d'environ 60 mètres et

de plus, s'étendant sur la rive orientale jusqu'au pied du cône de Néa-Kamméni, il recouvre les petits lacs d'eau douce formés au commencement de l'éruption et rapidement devenus saumâtres. En même temps il devient le point de départ de détonations accompagnées de jets de petites pierres incandescentes, dont la fréquence et l'intensité sont chaque jour plus marquées. Jusqu'alors ce promontoire s'était formé dans des eaux peu profondes; aussi avait-il marché avec une grande rapidité. A dater de ce moment son extrémité atteint des fonds de 45 brasses; aussi la partie hors de l'eau ne grandit-elle plus qu'avec lenteur. En même temps l'action volcanique ayant trouvé une autre issue se divise.

C'est en effet dans la journée du 13 février qu'à 50 mètres à l'ouest du cap Phléva surgit un second îlot auquel on donna le nom d'*Aphroëssa*, en l'honneur du bâtiment qui porte la commission grecque. Les blocs de lave qui constituent cet îlot au moment de son apparition sont incohérents comme ceux du Roi Georges, et comme les premiers qui s'étaient montrés lors de l'émergement du nouveau promontoire, ils portent à leur surface des huîtres et d'autres mollusques. L'Aphroëssa se développe plus lentement et surtout plus irrégulièrement que ne l'avait fait l'autre îlot; le jour de son apparition, après s'être élevée d'un mètre ou deux au-dessus de la mer, elle s'enfonce et reparaît alternativement trois ou quatre fois; elle ne devient stable qu'à la fin de la journée. Le canal qui la sépare à ses débuts de Néa-Kamméni a 17 brasses de profondeur. Tout à l'entour l'eau de la mer s'était élevée à une température de 60 à 70 degrés, et les bulles de gaz, dégagées au contact des blocs incandescents, produisaient en brûlant des flammes brillantes que l'on pouvait apercevoir, aussitôt après le coucher du soleil, non-seulement à la surface de la mer autour d'Aphroëssa, mais aussi sur le sommet de l'îlot volcanique. Pendant la journée, on ne voyait en ce point que des fumées roussâtres bien différentes des vapeurs blanches qui ont toujours couvert la pointe culminante de l'île Georges Ier.

Du 13 au 20 février, il n'y eut rien d'important à signaler dans les phénomènes éruptifs, si ce n'est de temps à autre quelques détonations assez fortes.

Le 14, 2 h. 25 m. du soir, à Santorin, une très-forte secousse.

Le même jour, 2 h. 15 m. du soir, à Zante, une forte secousse; une seconde aussi forte quatre minutes après, une troisième moins forte trois minutes plus tard et à 2 h. 55 m., une quatrième légère.

Le 15, midi 22 minutes, à Rhodes, une légère secousse, dirigée du NO. au SE., suivant M. Ritter, et de l'O. à l'E., suivant *la Turquie*, du 1er mars. C'est la troisième dans l'espace de 70 jours.

Le 15 encore, à 3 h. et 6 h. 50 m., fortes détonations sur le promontoire du Roi Georges.

Le 16 au soir, à l'extrémité méridionale du promontoire Georges Ier, ont paru des lueurs qui n'ont duré que quelques instants. La nuit suivante, on a entendu plusieurs bruits.

Le 17 dans l'après-midi, à Nauplie, une légère secousse horizontale de l'est à l'ouest, locale et sans dommages.

Le soulèvement du nouveau promontoire paraît se faire plus lentement depuis hier.

Le 18, rien à noter.

Dans la soirée du 19, la commission scientifique grecque, qui suivait attentivement les progrès de l'éruption, vint jeter l'ancre dans le canal compris entre Mikra-Kamméni et Néa-Kamméni, tout auprès de cette dernière île. Non loin de là se trouvait amarré un navire de commerce qui était en train de recueillir et de charger un reste de pouzzolane déposée sur le quai.

La nuit se passa tranquillement; aucun mouvement violent du sol, aucune détonation plus forte que de coutume n'en troublèrent le calme. L'amas de lave de l'île Georges brillait comme d'ordinaire dans l'obscurité et éclairait d'une lueur rougeâtre les maisons en ruine qui bordaient le rivage.

Le 20 au matin, l'horizon était pur et des vapeurs s'élevaient dans l'air comme de blancs nuages de la surface des terres soulevées. Les membres de la commission descendirent à terre de très-bonne heure avec leurs instruments. Ils furent frappés de certains signes spéciaux, suffisants pour leur faire présumer qu'il allait prochainement se passer quelque chose d'insolite. La température de l'eau de la mer près du rivage atteignait 85 degrés, elle s'était

élevée de 10 degrés depuis la veille. La vapeur s'échappait plus vivement du sommet du Roi Georges, le sifflement qu'elle produisait était interrompu par des bruits souterrains beaucoup plus sonores et plus prolongés que les jours précédents. Tout autour du centre éruptif, les fumerolles sulfureuses présentaient également une activité inaccoutumée. Malgré ces indices précurseurs d'une crise prochaine, les membres de la commission n'en résolurent pas moins de continuer leur travail. L'un d'eux, M. Palaska, resta sur le bord de la mer afin d'y faire quelques déterminations géodésiques. Les quatres autres, MM. Schmidt, Mitzopoulos, Boujouska et Christomanos, gravirent le cône de Néa-Kumméni pour observer l'ensemble de l'éruption. Il était environ 9 h. quand ils atteignirent le sommet. Ils y trouvèrent des crevasses assez profondes et nouvellement formées, d'où s'échappait de la vapeur d'eau chargée d'acide sulfhydrique, et quand ils arrivèrent sur le bord méridional de l'ancien cratère, situé en face et au-dessus du volcan nouveau, ils virent que l'aspect de l'île d'Aphroëssa et de l'île Georges n'offrait plus le caractère de bénignité habituel. Ils se mirent néanmoins à faire leurs observations accoutumées.

A 8 h. du matin, un bruit sourd, semblable à une détonation d'artillerie et venant de Néa-Kamméni, s'était fait entendre à trois reprises.

A 9 h. $^1/_2$, un sifflement sourd sortit du fond du promontoire Georges Ier. Une minute après, un mugissement affreux, ou plutôt un bruit terrible, semblable à un grand tonnerre, succéda à ce sifflement et dura sept minutes. En même temps, du fond de la mer, au pied du nouveau promontoire, du côté où était le sol ancien, il s'éleva une langue de feu accompagnée d'une colonne de fumée noire ou plutôt de vapeur épaisse ayant à peu près deux cents mètres carrés à sa base? Cette colonne de fumée se développant et tournoyant graduellement, mais avec rapidité, s'éleva à une hauteur de près de 2,500 pieds. Une pluie de cendres et de pierres fut lancée avec cette fumée dans toutes les directions. La cendre est arrivée jusqu'à Santorin et peut-être jusqu'aux îles voisines.

Au moment où cette détonation épouvantable se fit entendre,

une épaisse colonne de fumée noire enveloppa subitement les membres de la commission et leur déroba complétement la lumière du soleil. Quelques secondes après, ils étaient environnés d'une pluie de cendres et de lapillis; des milliers de pierres incandescentes tombaient autour d'eux comme une grêle brûlante. Instinctivement tous cherchèrent aussitôt leur salut dans la fuite et se précipitèrent vers le nord-ouest, abandonnant cartes et instruments; mais il était presque aussi dangereux de fuir que de rester en place, car tant qu'on restait à découvert, on était exposé à une mort presque certaine. Chacun d'eux se blottit donc immédiatement à l'abri des rochers volcaniques de l'ancien cratère. Les uns purent se réfugier derrière des roches volumineuses dont les saillies les garantirent; les autres ne découvrirent que des abris très-imparfaits, où ils n'étaient pas en sûreté.

L'*Aphroëssa* ne possédait que deux embarcations, dont l'une était restée à Santorin depuis la veille, et dont l'autre venait d'être trouée par un bloc de lave qui l'avait coulée à fond. Pour rentrer à bord, il fallut donc attendre le retour du canot laissé à Santorin.

Le bateau à vapeur avait lui-même été très-maltraité par l'explosion. Une pierre incandescente était tombée sur le pont qu'elle avait percé et avait mis le feu à la cabine du mécanicien; un sous-officier et plusieurs matelots avaient été atteints, le premier assez gravement à la tête en éteignant ce commencement d'incendie; M. Palaska, qui était resté sur le bord de la mer, avait été grièvement blessé à la main. M. Vallianos, capitaine du bateau marchand amarré à la côte de Néa-Kamméni, venait d'être frappé à la tempe par une pierre qui l'avait étendu mort sur le coup. D'autres pierres incandescentes avaient mis le feu à son bâtiment, et ses matelots s'étaient sauvés à la nage à Mikra-Kamméni, après avoir déposé son corps dans une des maisons abandonnées de Néa-Kamméni. Enfin, le chancelier du consulat de Russie, venu en curieux pour voir les progrès du volcan, a été atteint à la tête par une pierre qui l'a écrasé pendant qu'il essayait de fuir sur le quai de Voulcano.

Plus tard (le 12 mars suivant), MM. Fouqué et de Verneuil

trouvèrent le quai, construit en 1865 par la municipalité de Santorin, abaissé à fleur d'eau dans sa partie moyenne, complétement submergé à l'extrémité sud, effondré et crevassé sur presque tous les points. Les maisons qui le bordaient avaient toutes plus ou moins souffert; quelques-unes étaient simplement lézardées; le plus grand nombre étaient complétement renversées, il n'en restait debout que des pans de murailles. L'une d'elles, qui se trouvait à la pointe du quai vers le sud-ouest, était presque entièrement plongée dans l'eau. Les deux églises, situées en arrière et plus rapprochées du volcan, avaient été surtout maltraitées par les projectiles. L'église grecque, à peine éloignée de quatre à cinq mètres du pied de l'île Georges, avait eu le toit traversé par une pierre qui était tombée près de la porte d'entrée, à l'intérieur de l'édifice et s'y était brisée en éclats. Dans l'église catholique, un bloc de lave de plus d'un mètre cube était venu s'abattre près de l'autel et s'était enfoncé dans le sol après avoir fait une large trouée à la voûte. Le chemin dirigé perpendiculairement au quai était défoncé et encombré par des masses de laves projetées dont quelques-unes avaient un volume énorme. Ces masses, arrondies et fendillées à la surface par le retrait qu'elles avaient subi au moment du refroidissement, avaient été certainement lancées à l'état de boules pâteuses incandescentes, et ne s'étaient solidifiées qu'au milieu de l'air. Toutefois, il est des blocs qui ont été projetés déjà refroidis et solidifiés; ceux-là ont des formes anguleuses et plusieurs se sont brisés en morceaux en tombant à terre.

Depuis cette grande explosion, le mugissement souterrain continue à se faire entendre de temps en temps pendant le reste de la journée, mais pas aussi fort que le matin. C'est surtout, vers 3 h. et 8 h. du soir, qu'il a grondé avec une certaine intensité.

« Jusqu'à ce jour, ajoute M. De Cigalla, aucune crevasse du sol, ni aucun autre phénomène volcanique n'ont paru dans la partie nord de la Nouvelle-Kamméni, ni dans la Petite-Kamméni. C'est pour avoir été mal renseigné, que j'ai écrit, il y a quelques jours, que des crevasses existaient dans cette dernière et qu'il en sortait des vapeurs sulfureuses. La surface de ces deux îles n'a subi aucun changement. La température de la mer en cet endroit était

ce matin, suivant l'observation de M. Schmidt, de 14° R. Sur les côtes du nouveau promontoire elle était de 68°.

» Ce promontoire continue à s'étendre vers le sud et l'est, mais très-lentement, car avant-hier, il avait, suivant les évaluations de la commission, douze cents mètres de circonférence et aujourd'hui il n'en a encore que douze cent vingt. »

Le 20 encore, heure non indiquée, à Chio, une dernière secousse signalée par M. Lenormant.

Minuit du 20 au 21, à Santorin, une légère secousse.

Le 21, 2 h. et 2 h. 10 m. du matin, deux nouvelles secousses plus fortes.

« A minuit un quart et à 2 h. du matin, le phénomène d'hier, dit M. De Cigalla, s'est répété avec plus d'intensité peut-être, mais n'a pas duré chaque fois plus de 4 à 5 minutes. La dernière fois même, il n'a pas été lancé de pierres. » Ceci me paraît exagéré. M. Schmidt signale aussi, pour le 21 et le 22, de colossales éruptions de pierres et de cendres semblables à celle du 20. Les cendres s'élevèrent à deux ou trois mille mètres, et les grosses pierres incandescentes à mille mètres seulement du volcan, d'après l'évaluation de M. Palaska et la sienne.

Quelques personnes assurent avoir vu de nouveau, vers minuit, des langues de feu sur la côte NE. de Thérasia. Ceci n'est probablement qu'une illusion engendrée par l'effroi qu'a répandu l'explosion du 20 dans ce qui reste de la population de Santorin qui a recommencé la veille à émigrer, au point que les établissements d'éducation dirigés par les sœurs de charité et les lazaristes français sont devenus déserts.

Dans le reste du jour, le mugissement sourd se fait encore entendre par intervalles, mais faiblement.

Le 22, vers 4 h. ½ du matin, nouvelle explosion. « Quoique dormant d'un profond sommeil, écrit M. De Cigalla, j'ai entendu un bruit semblable à celui du tonnerre. Comprenant qu'il provenait du volcan, je me suis précipité hors de mon lit, j'ai jeté ma robe de chambre sur mes épaules et en un clin d'œil je me suis trouvé au balcon de ma chambre qui domine le golfe en face des îles Kamméni. Des flammes sortaient de l'île d'Aphroëssa et de di-

verses parties du promontoire, particulièrement de la partie située entre la côte occidentale du promontoire et le bras qui formait à l'ouest l'ancien petit port de Voulcano, c'est-à-dire de l'endroit où jaillissaient les eaux sulfureuses. Ces flammes s'élevaient dans les airs au milieu d'une vapeur épaisse ayant la blancheur du lait. Du milieu de ces flammes jaillissaient des pierres incandescentes d'un éclat plus vif encore. Cet admirable spectacle des flammes a duré une demi-heure, mais les pierres n'ont jailli que dans les premiers moments lors de l'explosion.

» Le même phénomène s'est répété à 3 h. 1/4 du soir; il a gardé sa première intensité pendant trois minutes seulement, et il a continué ensuite pendant 34 minutes.

» L'île d'Aphroëssa croît peu à peu, toujours enveloppée de vapeurs blanches avec des teintes dorées. Toute la mer du golfe est trouble et très-colorée. »

Entre le 23 et le 28, il y eut encore deux éruptions semblables à celles du 20, suivant M. Schmidt qui n'en donne pas les dates.

Le 23, la commission hellénique part le matin pour Milo à bord de l'*Aphroëssa.* « Moi, écrit M. De Cigalla, dont je vais reproduire le journal jusqu'à la fin du mois, je me suis rendu à bord de l'*Ionie,* avec quelques membres du conseil administratif de la compagnie, près du promontoire nord de Néa-Kamméni d'où nous avons observé l'île d'Aphroëssa. Elle ne s'est développée que très-peu.

» Les côtes de l'île Kamméni étaient si chaudes que nous trouvant à près de cent mètres de distance, nous en éprouvions le rayonnement d'une manière très-sensible. Les eaux de la mer étaient tièdes.

» L'activité volcanique paraît très-intense, la fumée s'échappe en abondance de toutes les parties du promontoire Georges Ier. A 9 h. du matin, a eu lieu une explosion plus violente que la précédente. Les pierres projetées étaient en plus petit nombre, mais il y avait une grande quantité de cendres. Cette éruption a duré deux minutes dans toute sa force, et plus faiblement pendant 54 minutes.

» A 11 h. du matin, la fumée a commencé à sortir avec un sifflement lugubre qui a duré un quart d'heure.

» Le 24, à 3 h. 1/2 du matin, explosion semblable à celle de la veille. D'abord apparut une lueur pareille à celle d'un éclair, à laquelle succéda pendant trois à quatre minutes un bruit semblable au tonnerre. En même temps, du centre du sommet de Georges Ier se sont élevés des nuages de vapeur que la grande quantité de cendre entraînée faisait paraître noirs. Cette cendre tombait comme une pluie battante partout où le vent poussait la vapeur. Il n'y eut ni projection de pierres, ni émission de flamme, si ce n'est une langue de feu, plus ou moins lumineuse, qui se trouvait au milieu de la colonne de fumée. La surface du promontoire paraissait, par suite des lueurs rouges qui s'échappaient de ses pores, comme un tas gigantesque d'énormes charbons ardents. Au bruit succéda un sifflement semblable à celui d'un vent d'orage, ou à celui de la vapeur qui s'échappe avec violence d'un tube métallique. Depuis le moment où apparut la première lueur jusqu'à celui où le son métallique se fit entendre, 48 minutes s'étaient écoulées. Des bruits sourds continuèrent encore près de deux heures.

» A 4 h. du soir, il y a eu une petite explosion sans projection de pierres.

» La coloration des eaux s'étend, d'après nos observations, à cinq ou six milles au delà du golfe de Santorin.

» A Columbo, Plata et Athénion, ajoute notre consciencieux et zélé observateur, aucun phénomène volcanique ne s'est présenté, ainsi que je m'en suis assuré de mes propres yeux. L'action volcanique se renferme dans un cercle dont le centre est le bras de terre qui fermait à l'ouest l'ancien port de Voulcano et dont le rayon s'étend à un mille à peu près, distance à laquelle arrivent parfois les pierres. »

Le même jour, 8 h. du matin, à Constantinople et sur les deux rives du Bosphore, tremblements très-sensibles.

Le 24 encore, 10 h. 45 m. du matin, à Brousse, violente secousse du SE. au NO. (M. Ritter.)

« Le 25, après une nuit tranquille, le volcan continue à travailler en silence sans répandre aucune odeur. Le vent soufflant légèrement du SE., les eaux du golfe présentent comme des bandes courbes de couleurs diverses, violettes, jaunes et surtout vertes,

de toutes nuances, du vert le plus clair jusqu'au vert le plus foncé. »

Le même jour, heure non indiquée, à Brousse, une légère secousse. (M. Ritter.)

« Le 26, la fumée est très-abondante; la nuit a été calme comme la précédente. A 7 h. du matin, continue M. De Cigalla, nous avons entendu comme trois coups de canon; bientôt après, a eu lieu une légère explosion.

» A 3 h. du soir, le promontoire Georges Ier s'est développé visiblement à son extrémité sud avec beaucoup de rapidité. J'ai calculé que, dans l'espace de 15 minutes, il s'est étendu de 12 mètres en longueur. Sa circonférence est donc aujourd'hui d'environ 1300 mètres et sa hauteur de 74. Son sommet est plus haut que celui de la Petite-Kamméni qui, suivant les dernières évaluations des Anglais, a 222 pieds de hauteur.

» A 4 h. et 5 h. 40 m. du soir, deux nouvelles explosions. A 8 h. 1/2, violente éruption, jets de pierres et de flammes. Le bruit était tel que le sol de Santorin en était secoué. Il a duré 42 minutes. Il a été entendu jusqu'à Nio, suivant les officiers de la *Salamina*. Un grondement sourd a continué à se faire entendre par intervalles pendant plusieurs heures. A 10 h. 40 m. il y a encore eu une légère explosion.

» Le 27, l'activité volcanique est devenue plus intense depuis hier; les bruits, les sifflements et les grondements souterrains ne cessent presque pas; ils sont souvent accompagnés d'explosions, mais sans projection de pierres. La vapeur augmente de plus en plus et présente, en s'élevant dans les airs, l'aspect d'un nuage orageux. Suivant les bâtiments qui arrivent ici, on la voit à une distance de 40 milles.

» Le 28, à 1 h. 3/4 du matin, un grand bruit, semblable à une décharge d'artillerie, m'a réveillé. Les flammes qui ont accompagné cette explosion étaient beaucoup plus grandes que précédemment, car tout le promontoire Georges Ier paraissait embrasé. De la vapeur, accompagnée d'un bruit semblable au mugissement du tonnerre, sortait en abondance du volcan. Elle était noire et renfermait une grande quantité de cendre qui, en tombant sur la mer,

produisait sur les flots une agitation semblable à celle qu'y produit une pluie battante. En même temps, des pierres tombaient comme la grêle sur la mer et sur la côte environnante qui paraissait enflammée. Mais jusqu'à ce jour, nulle part il n'a paru de lave incandescente.

» Le matin, les pierres projetées par cette éruption jonchaient le sol voisin de Néa et Mikra-Kamméni. Quelques-unes avaient jusqu'à deux mètres cubes de volume. Autant que j'ai pu en juger, c'était le même trachyte qui forme beaucoup d'autres rochers de Santorin.

» Le promontoire observé d'un lieu élevé ne présente aucune cavité en forme d'entonnoir; mais vers le milieu de son sommet et plutôt vers la pente ouest, on voit des crevasses qui, à leur point de réunion, forment une ouverture ovoïde au milieu de laquelle se trouve un mamelon en forme de noyau. Après la première explosion, ce sommet s'est abaissé de quelques mètres; mais il a commencé de nouveau à s'élever. Toutefois il est encore un peu moins haut que celui de Néa-Kamméni.

» L'activité va croissant de jour en jour, et Dieu sait où elle arrivera ! »

Le 28 encore, heure non indiquée, à Brousse, une troisième secousse, faible comme celle du 25. (M. Ritter.)

Le même jour, à Syra, tremblement mentionné dans *la Turquie,* du 6 mars.

Nuit du 28 février au 1er mars, dans les environs de Valona (Albanie), tremblement assez fort. Deux villages ont surtout souffert : 275 maisons y ont été détruites, 19 personnes tuées et 90 plus ou moins gravement blessées. (*La Turquie,* 14 mars.)

— Le 1er, à Spoleto, commencement de secousses qui duraient encore au 17 mars, signalées dans une lettre du P. Secchi à M. Ch. Sainte-Claire Deville. (C. R., t. LXII, p. 773-777.) Une des plus fortes a eu lieu le 21 février.

— Le 3, 9 h. 1/2 du soir, à Granada (Nicaragua), fort tremblement. Les secousses, qui y étaient fréquentes depuis la fin de décembre précédent, s'y sont ensuite renouvelées de moment en moment (*de momento en momento*) avec plus ou moins de force

et ont occasionné des dégâts. On a examiné le Mombacho et le petit volcan de Pelon (au sud de la ville), et on n'y a remarqué aucun signe d'activité. (*El Porvenir* de Caracas, du 23 mars, d'après la *Gaceta de Nicaragua,* du 10 février.)

Le 9, le vapeur *Guatemala* apprit au fort de Realejo que les villes de Granada et de Masaya avaient ressenti des secousses très-violentes. On en avait compté vingt et une dans un espace de vingt-quatre heures. Les habitants épouvantés avaient abandonné leurs maisons.

On écrit de Léon en date du 23 : « Les secousses que l'on ressentait à Granada, depuis la fin de décembre, n'inspiraient aucune alarme; mais le 3 et le 4 de ce mois, elles se sont répétées avec tant de force qu'on a craint la ruine complète de la ville.

« Les jours suivants ont été tranquilles jusqu'à la nuit du 12, dans laquelle a eu lieu une forte secousse, qui s'est fait ressentir aussi à Masaya, Managua et Léon, sans causer pourtant aucun dommage. Depuis, il n'y a pas eu d'autre secousse, et l'on espère qu'il n'y en aura plus, parce que les précédentes provenaient du Rincon, volcan de Costa-Rica, qui a eu une éruption de cendre et de sable. »

A la même époque, dans la république de Costa-Rica, régnaient de grandes inquiétudes causées par les éruptions du Turrialba. « Des masses énormes de fumée et de cendres, dit le journal *la Estrella* de Panama, s'échappaient du cratère du volcan, avec des éclats de tonnerre qui s'étendaient à de grandes distances. De grandes quantités de cendres tombaient sur la partie la plus cultivée du pays jusqu'au port de Punta Arenas. A San José, on avait en même temps éprouvé de fortes secousses qui avaient tari les puits de la ville. » La date précise de cette éruption n'est pas donnée. (*Porvenir* de Caracas, des 6 et 21 mars.)

Je lis encore, dans le *Courrier de San Francisco,* du 30 mars, l'article suivant emprunté au *Herald* de Panama (date non indiquée) : « Les malles de l'intérieur du Nicaragua ont apporté la nouvelle que les villes de Granada et de Masaya ont été frappées par des secousses fréquentes et successives de tremblement de terre. On n'en signale pas moins de 21 en 24 heures. Huit surtout

ont été terribles. Les habitants de Granada étaient dans la plus grande alarme. Il n'existait pas moins d'anxiété à Costa-Rica. Le volcan de Turrialba, situé à sept lieues de Cartago, était en éruption, laissant échapper d'énormes volumes de cendre et de fumée .... Plusieurs violentes secousses de tremblement de terre ont été ressenties à San José, dans le Costa-Rica; les puits se sont taris.... »

— Le 7, 8 h. du matin, 1 h., 8 h. 1/4 et 11 h. du soir, à Mayaguez (Porto-Rico), quatre tremblements sans dommages.

Le 14, entre 7 et 8 h. du soir, à l'île Saint-Thomas (Antilles), tremblement sans dommages.

Le même jour, heure non indiquée, à Saint-Domingue, une forte secousse; plusieurs maisons renversées ou endommagées.

— Le 7, 10 h. 32 m. du matin, à San Francisco (Californie), une légère secousse, si faible que peu de personnes s'en sont aperçues, si ce n'est dans le voisinage de l'école Denman. (*L'Union*, 23 mars.) Je n'en trouve aucune mention dans le *Courrier de San Francisco*. Il s'agit sans doute de celle du 25 janvier précédent.

Le 15, 8 h. 45 m. du matin, à San José (Californie), une légère secousse, et une autre à 9 h. 10 m. (*sic*).

Le même jour, entre 8 et 9 h. du matin, à Santa Clara (Californie); deux secousses.

Le 18, 4 h. 5 m. du soir, à San Francisco, une secousse de l'est à l'ouest.

— Le 9, minuit un quart, à Caracas, petit tremblement accompagné d'un bruit très-sensible, semblable au tonnerre. Toutes les personnes qui n'étaient pas encore endormies ont remarqué le bruit et le mouvement.

Le 11, 3 h. 12 m. du soir, autre petit tremblement précédé d'un léger bruit. Le ciel était encore voilé (*encapotado*); il s'est éclairci après la secousse et la soirée a été une des plus belles de la saison.

Le 13, 5 h. 1/4 du matin, une légère secousse de trépidation (verticale), avec bruit semblable au tonnerre.

Le 15, 9 h. du matin, une légère secousse. A 10 h. 14 m. du

matin, encore un léger tremblement accompagné d'un bruit sourd qui a duré cinq secondes.

A la Guaira, dans la matinée, deux secousses dont la dernière à 10 h. 1/4.

A Petare, 10 14 m. du matin, tremblement très-fort. (*Porvenir* de Caracas, des 10, 12, 15 et 16 février.)

— Le 9, 7 h. 20 m. du matin, à Urbino, secousses verticales et ondulatoires pendant quelques secondes. (Mme Scarpellini.)

— Le 9 encore, 10 h. 3/4 du soir, à Philippeville (Algérie), une forte secousse. Les oscillations ont été la première verticale et les suivantes du nord au sud.

Le 16, en Algérie (localité non désignée), une forte secousse mentionnée par le *Siècle,* du 26, d'après le *Messager algérien.* M. Aucapitaine ne me signale que celle du 9.

— Le 14, 3 h. du matin, à Saint-Jean-Pied-de-Port, une secousse de l'ouest à l'est et de 4 à 5 secondes de durée. (L'*Union,* du jeudi 22 février.) La date précise n'est pas indiquée, mais, comme il est écrit dans une lettre qu'elle a eu lieu *mercredi dernier,* je n'hésite pas à la rapporter au 14.

— Le 25, 7 h. 25 m. et 8 h. 57 m. du soir, dans le district de Kleur, comitat de Comorn (Hongrie), deux secousses.

Le 27, 7 h. 1/2 du soir, à Comorn, une secousse de cinq secondes de durée et avant 9 h., une autre de deux secondes seulement. « Chocs verticaux, ajoute M. Boué, sentis à Alt-Szoery, fentes des murs de l'église. Direction des chocs de Comorn vers Dotis. »

—L'*European Times,* du 8 février, dit que les secousses continuent dans l'Inde, mais sans dégâts sérieux.

— A la Jamaïque, une légère secousse, antérieure au 24.

Mars. — Le 1er, 2 h. du matin, à Avlona (Albanie), une forte secousse. (M. Ritter.)

Le 2, 8 h. du soir, à Avlona, tremblement. A Smetina et Velika, des maisons se sont écroulées.

Du 3 au 6, nouvelles secousses tous les matins, air épais, chaleur étouffante.

Le 6 au soir, la mer est en mouvement jusqu'à 7 h. Alors grand

orage qui dura toute la journée (*sic*). Cessation des oscillations. Du 1er au 7, baromètre bas; il remonta le 7 au soir. (M. Boué.)

M. Schmidt dit simplement : « Du 3 au 17 (du 19 février au 5 mars, v. st.), à Valona et à Chio, grands tremblements. »

Voici ce que je lis dans divers journaux français : « Le 2, 8 h. du soir, à Avlona en Roumélie (*sic*), sur l'Adriatique, tremblement qui a renversé 17 maisons et fortement endommagé 5 ou 6 autres. Il a été beaucoup plus considérable à Semetina et à Velica. Les détails manquent.

» Du 3 au 16 (*sic*), chaque matin, nouvelles secousses dans cette contrée. Le 6 au soir, la mer entra en ébullition jusqu'au 7 à la nuit où éclata un violent orage qui dura tout le lendemain. »

Enfin, je reproduis encore les détails suivants, empruntés à M. Lenormant :

« Le 2, de 11 h. du matin à midi, à Avlona, à Pollina (l'antique Apollonia) et sur la côte d'Albanie, vingt secousses d'une extrême violence, dirigées au début du sud au nord, puis verticales et accompagnées d'un bruit souterrain, semblable au tonnerre. Douze maisons ont été renversées à Avlona, et il y a eu 60 victimes entre les deux villes.

» Cette portion de l'Albanie est, du reste, ajoute M. Lenormant, le théâtre d'un curieux phénomène bien connu des anciens, mais que je n'ai vu signalé par aucun géologue moderne. Au sommet d'une colline, voisine de Pollina, se produisent constamment, par des fissures du sol, des dégagements considérables d'hydrogène carburé qui souvent s'enflamment par des causes accidentelles. J'ai visité cette colline en 1860, mais, comme j'en croyais le phénomène bien connu, j'ai négligé de faire des observations bien précises. Tous les géographes anciens signalent les feux de la colline d'Apollonia, et ses feux, autour desquels des nymphes dansent en rond, sont le type des médailles antiques de la ville. »

Ces secousses, toujours dirigées du sud au nord, ont été ressenties sur la côte d'Epire jusqu'à Butrinto. Elles ont été également observées à Corfou, mais elles n'y avaient presque pas d'in-

tensité. (Voir plus bas encore, au 5, ce qu'en dit un officier de la *Reka*.)

Passons à l'exposé des phénomènes qui se sont manifestés dans la rade de Santorin et dans l'Archipel.

« Du 1er au 8, dit M. Fouqué dans sa lettre du 26, les détonations semblent avoir diminué d'intensité et depuis lors il n'y a plus eu de projection qui mérite d'être signalée. »

Mais du 2 au 10, pendant le séjour de la canonnière *Réka* dans le golfe de Santorin, les explosions ont été assez nombreuses, comme on le voit dans le journal tenu à bord du bâtiment et par les lettres des officiers; ces documents ont été communiqués par M. de Hauer à l'Institut géologique de Vienne, séance du 20 mars, et publiés dans son *Bulletin* dont je dois un exemplaire à l'affectueuse obligeance de M. Haidinger.

Le 2, 1 h. 1/4 du matin, éruption sur Aphroëssa; elle a commencé par deux colonnes de flammes et de fumée; ces colonnes sont restées visibles même de jour. Georges Ier n'émettait que de la fumée et de la vapeur.

A 9 h. 1/4, Georges Ier a eu à son tour une forte éruption qui n'a duré que trois quarts de minute, mais qui a été suivie de deux autres plus longues, l'une à midi 6 m. et l'autre à 1 h. 18 m. du soir : celles-ci ont duré plusieurs minutes. Toutes ont été accompagnées de fortes détonations et de hautes colonnes de fumée qui s'élevaient en spirales tournant du N. au S. par l'E. et revenant au N. par l'O. Aucune pierre n'a été projetée. Il est à remarquer qu'on n'a pas vu de pierres lancées en l'air depuis trois jours.

A 7 h. 40 m., 10 h. 1/2, 11 h., 11 h. 1/2 et minuit, nouvelles éruptions de Georges I. Malgré l'éclat de la lune, la colonne de flammes était visible à 25 et même 30 milles marins. Pendant ces diverses éruptions, beaucoup de pierres incandescentes ont été projetées; celles qui l'ont été le plus loin sont venues tomber à moitié de la distance de Néa-Kamméni au banc sur lequel la *Réka* avait jeté l'ancre.

« Dans le courant de la journée, écrit un des officiers de la *Réka*, nous avons remarqué sur la côte est de Georges Ier des dépôts de soufre qui n'y existaient pas le matin.



» Dans l'après-midi, nous avons fait des sondages à l'est et au nord en nous approchant le plus possible de la partie sud de Néa-Kamméni. Nous n'avons remarqué aucune différence avec les nôtes que donnent les cartes marines. Rien ne fait donc encore aujourd'hui prévoir d'autres soulèvements.

» J'ai fait moi-même des observations de température. Dans toute la rade j'ai trouvé, entre 1 h. $^1/_2$ et 4 h. du soir, la température de la mer comprise entre 13° $^1/_2$ et 14° $^1/_2$ R.; celle de l'air s'élevait à 21°. D'Aphroëssa à l'entrée du port près de la côte occidentale de Néa-Kamméni, j'ai rencontré une bande où le thermomètre plongé dans l'eau a varié de 20 à 21° R. (comme dans l'air), tandis que dans le voisinage immédiat de Georges I, à l'est aussi bien qu'à l'ouest, il est monté à 28 et même à 33° R. Tout près d'Aphroëssa, il y avait même des points où il s'est élevé à 40 et 44°. Cependant quelques coups d'aviron suffisaient pour nous faire passer dans des eaux où reparaissait la température normale de 14°.

» Au bord SE. de Néa-Kamméni, où se sont manifestés les premiers indices d'activité volcanique, près des bains de Voulcano, les eaux nous ont offert, dans un endroit tout près de la côte, une température de 30° R. et de 13° R. seulement dans un autre. Par suite de l'affaissement du sol, les maisons se trouvent dans un état déplorable, quoique n'étant pas complétement sous l'eau.

» Je ne peux pas dire encore s'il s'est formé un cratère particulier sur Néa-Kamméni; les éruptions de pierres ne nous ont pas permis de nous en assurer.

» Il n'est pas possible non plus d'aborder sur Aphroëssa; la roche en paraît incandescente la nuit et les eaux sont en ébullition dans le voisinage. A la pointe NE. de cet îlot, sur le bord même de l'eau, une flamme brillante s'élève à la hauteur de quatre à cinq pieds pendant toute l'après-midi.

» Les vapeurs sulfureuses qui se dégagent de Georges Ier ne permettent pas d'en approcher à plus de vingt toises et de reconnaître l'évent par lequel elles s'échappent. Dans l'obscurité, on y remarque une série d'endroits d'où s'élèvent des flammes; on

dirait que la ligne lumineuse s'allonge lentement comme une coulée de lave incandescente. Cependant nous n'avons pas observé d'éruption de laves; ce doit être un effet de lumière produit par les pierres qui roulent. » (Lettre datée le 3, à 1 h. du matin.)

Le 3, 4 h. 10 m. du matin, au sommet de Georges Ier, faible et courte éruption sans projection de pierres. Pendant toute la nuit, on y avait aperçu des colonnes de fumée et de flammes, qui ont persisté encore toute la journée.

A 9 h. 35 m. du matin, autre éruption semblable, mais accompagnée cette fois de détonation.

Entre midi et 2 h. du soir, les détonations, tantôt fortes, tantôt faibles, y ont été très-fréquentes. Elles sont ensuite devenues plus rares. De 4 à 8 h., il s'en dégage de fortes colonnes qui le soir paraissent enflammées. Elles sont accompagnées d'un bruit semblable au tonnerre. Plus tard, jusqu'à minuit, on aperçoit encore, au sommet de Georges Ier, de fortes colonnes de feu et de fumée accompagnées de détonations presque incessantes.

Dans la matinée, M. le baron La Motte, officier de la *Reka*, est allé en canot visiter la pointe SE. de Néa-Kamméni, et tenter l'ascension de Georges Ier. Il en a gravi une centaine de pas; mais il a rencontré de nombreuses crevasses qui l'ont empêché d'avancer davantage. Le sol avait d'ailleurs une chaleur insupportable qui, dans quelques endroits, semblait être produite par des flammes. Il s'en dégageait aussi du gaz sulfureux.

Rentré dans son embarcation, il a fait ensuite le tour du promontoire Georges et de l'îlot d'Aphroëssa, toujours couvert de flammes et de fumée. Au bord de l'eau sur la pointe NE., les flammes étaient aussi intenses que la veille.

D'après la chaleur qui se fait sentir, notamment du côté ouest de Georges Ier, et les gaz sulfureux qui s'en dégagent, cet officier pense qu'il n'y a pas encore de cratère proprement dit, mais que les émissions et les projections de matières volcaniques se font par une crevasse qui commence à moitié de la hauteur et s'étend jusqu'au sommet du côté de l'ouest. Les colonnes de flamme et de fumée qui s'en échappent et les détonations qui les accompagnent ne lui laissent aucun doute à cet égard. Toutefois, il regrette

vivement de n'avoir pu accomplir son projet qu'une chaleur intolérable et les dégagements de gaz et de vapeurs dangereuses ont rendu complétement impossible.

M. La Motte a aussi constaté, au pied du cône de Néa-Kamméni, l'existence d'une grande crevasse dirigée de l'E. à l'O. et d'une autre qui, dirigée du N. au S. ou à peu près perpendiculaire à la première, descendait du sommet de Georges Ier.

Du 3 au 16, chaque matin, entre 9 h. et midi, à Avlona et à Pollina, une secousse chaque jour, toujours du S. au N., mais sans grande intensité. Chaque jour, du reste, ces secousses devenaient plus légères, sauf le 6 et le 7, où elles avaient repris une nouvelle force. Celles du 6 et du 7 ont été seules éprouvées sur la côte au midi d'Avlona, et très-faibles. A Corfou on n'a rien ressenti. Ces deux derniers jours, le 6 et le 7, jusqu'à la nuit, on a observé devant Avlona une agitation des flots tout à fait extraordinaire et contrastant avec le calme de l'atmosphère. Le 7, au coucher du soleil, un vent violent s'est élevé, accompagné de pluie, et le lendemain au matin, quand le vent est tombé, la mer est redevenue paisible.

Le 4, de minuit à 4 h. du matin, bruits et détonations aux évents volcaniques, mais sans éruption proprement dite. Des pierres se détachent des flancs de Georges Ier et de temps en temps roulent à son pied. On n'y signale plus rien jusqu'à minuit.

Le 5, entre minuit et 4 h. du matin, on signale une petite colonne de fumée plus concentrée à l'endroit ordinaire des éruptions de Georges Ier. A 4 h. 1/4 du matin, éruption avec projection de pierres, pas très-forte. Entre midi et 4 h. du soir, il s'en élève une haute colonne de fumée sans détonation. On y note aussi des dégagements de vapeur d'eau qui alternent avec la fumée.

M. le lieutenant La Motte continue ses observations. Il ne peut pas encore gravir Georges Ier, au pied duquel des vapeurs et de la fumée s'élèvent de la mer. Il en sort aussi dans le canal entre la côte ouest de Néa-Kamméni et Aphroëssa dont la pointe NE. est le foyer d'émission des flammes et de la fumée.

Le même jour (le 5), 8 h. 30 m. du soir, à Zante, tremblement long et assez fort.

Le 6 n'est pas marqué dans le journal de bord de la *Reka* qui, ce jour-là, a fait une excursion à Nio. Mais quoique calme, le volcan travaille constamment.

Le 7, entre 4 et 8 h. du soir, sur l'évent éruptif de Georges Ier s'élève une forte colonne de feu. Il s'en échappe aussi d'épais nuages de fumée qu'accompagnent des détonations.

M. La Motte et d'autres officiers de la *Reka* ont opéré de nouveaux sondages. Entre Aphroëssa et la côte de Néa-Kamméni, ils ont trouvé du S. au N. 11, 10 et 12 brasses (la brasse = 5 $^1/_2$ pieds de Vienne).

La température des eaux de la mer était de 44° R. dans le voisinage d'Aphroëssa, de 28 à 29° près de l'établissement de bains sur la côte SE. de Néa-Kamméni; dans le canal entre Mikra et Néa-Kamméni, elle variait de 19 à 22° R., et dans la zone de la côte NO. de cette dernière île jusqu'à Aphroëssa, elle a augmenté de 19 à 25°. La température normale des eaux du port de Santorin était restée à 14°, celle de l'air étant à 17° R.

Le 8, entre 4 et 8 h. du matin, Georges Ier vomit d'épais nuages de fumée chargée de vapeurs sulfureuses qui viennent jusqu'au Banc où la *Reka* a repris son ancrage. De 8 h. à midi, fréquentes émissions gazeuses sans bruit. Entre midi et 4 h. du soir, les deux volcans vomissent de gros nuages de fumée, avec de forts roulements. La mer est très-agitée. De 4 à 8 h., le mouvement de la mer continue. Une assez forte colonne de feu s'élève sur Georges Ier. Entre 9 et 10 h., vent d'ouest, forte odeur d'acide sulfhydrique sur le pont de la *Reka*, dont l'équipage éprouve une grande gêne dans la respiration. De 10 h. à minuit, violentes détonations accompagnées de fortes émissions de vapeurs. L'activité volcanique paraît prendre une énergie nouvelle et le repos relatif des jours précédents semble toucher à sa fin.

Le 9, entre 8 h. du matin et midi, les deux volcans vomissent de très-gros nuages de fumée et de vapeurs. Entre Aphroëssa et Palaea-Kamméni, se montre une trombe qui ne dure que trois quarts de minute. A midi et demi, commencent de fortes éruptions sur Georges Ier. De ce moment le volcan présente une activité d'un caractère encore inconnu aux officiers de la *Reka*; les explo-

sions se succèdent presque sans interruption; d'énormes colonnes de fumée, les plus épaisses qu'on ait jamais vues, s'élèvent à une hauteur très-considérable; cependant, malgré la force des détonations, tout ceci se passe sans projection de pierres. Jusqu'à 7 h. du soir, ces phénomènes se maintiennent sans changement sensible; seulement, à l'entrée de la nuit, à mesure que l'obscurité s'accroît, la colonne de feu brille plus vivement. A 7 h., une nouvelle éruption est accompagnée de projection de pierres et suivie d'une autre semblable encore avec des pierres projetées de 10 h. 30 m. à 10 h. 50 m. et de fortes détonations. Des flammes se montrent au sommet de Georges Ier sur la pointe SO. et y persistent jusqu'à 1 h. 20 m. du matin le lendemain.

Pendant cette journée, le lieutenant La Motte et d'autres officiers de la *Reka* ont continué à exécuter des sondages et à rassembler des échantillons de lave.

Aphroëssa a augmenté sensiblement depuis la veille. Le canal qui sépare cet îlot de Néa-Kamméni n'a plus que 8 à 10 toises de largeur et 4 à 6 brasses de profondeur. A l'entrée nord de ce canal, M. La Motte a remarqué un endroit où se trouvent de nombreux dégagements de gaz combustibles. Tout à l'entour l'eau est très-chaude et au milieu, dans une flaque d'environ deux toises et demie de diamètre, d'où s'échappent constamment des bulles de gaz, le thermomètre se maintient à 13° R. seulement. La sonde y indique 10 brasses de profondeur.

C'est le 9 que MM. de Verneuil et Fouqué, arrivés dans la soirée du 8 à Santorin, commencèrent leurs excursions. M. Fouqué en a rendu compte dans une lettre qu'il a adressée, le 12, à M. Élie de Beaumont. (C. R., t. LXII, pp. 796-799.)

Le 10, à minuit et demi, recommencent de fortes éruptions presque incessantes au milieu de détonations d'une intensité extraordinaire. On entend aussi des sifflements très-fréquents. A 1 h. 20 m. du matin, éruption de pierres après un court intervalle de calme et suivie de détonations semblables à des décharges de grosse artillerie. Mer très-houleuse. A 1 h. $^1/_2$, nouvelle éruption semblable.

Vers 3 h. du matin, apparition d'un nouvel îlot à l'ouest

d'Aphroëssa. C'est celui qu'on a désigné sous le nom de *Reka*.

Au point du jour, les détonations cessent et les éruptions gazeuses deviennent plus rares. Cependant, entre 4 et 8 h. du matin, le journal de bord note encore plusieurs jets de colonnes de fumée et de vapeurs, accompagnées de détonations et de projections de pierres. De 8 h. à midi, trois nouvelles éruptions sans détonation remarquable, mais précédées chacune d'un sifflement. Entre midi et 4 heures, plusieurs éruptions encore avec fortes colonnes de vapeur et de fumée, des sifflements et autres bruits du même genre. A la tombée de la nuit, on aperçoit une colonne de flamme très-vive. A 9 h. la *Reka* lève l'ancre et quitte le port.

Le 10 encore, 2 h. et quelques minutes du matin, à Patras, une très-légère secousse de l'ENE. à l'OSO.

Dans la nuit du 11 au 12, les officiers de la *Reka* admirèrent encore, après leur départ, les deux magnifiques colonnes de feu qui s'élevaient de Néa-Kamméni et d'Aphroëssa.

Le 12, M. Fouqué observa des fumerolles sulfureuses et des crevasses récentes.

Le 13, *Reka* était déjà réunie à Aphroëssa.

Le 17, 4 h. $^1/_2$ du soir (suivant M. Ritter), du matin (suivant la *Turquie*, du 31 mars), à Chios, une secousse précédée d'une rumeur sourde.

Le 19, le canal qui séparait Aphroëssa et Néa-Kamméni s'est trouvé comblé à son tour.

Le 20, 9 h. $^1/_4$ du matin, à Rhodes, une légère secousse de l'ouest à l'est.

Le même jour, 4 h. 35 m. du soir, à Chios, une forte secousse de l'est à l'ouest. Quelques maisons ont encore été lézardées.

Les 21, 22, 23, 24 et 25, à Rhodes, nouvelles et fortes secousses. Celle du 25, à 4 h. 20 m. du matin, a été ressentie en pleine mer à 60 milles de Rhodes.

Le 25 (le 13, v. st.), à Delphes, tremblement signalé, sans indication d'heure.

Le 27 (le 15, v. st.), tremblement à Kourbatzi d'Eubée.

— Le 1er *mars*, 5 h. du soir, à Curiepe (Venezuela), tremble-

ment avec forte détonation vers le sud. A 11 h. de la nuit, autre secousse plus forte et prolongée. Peu de temps après, bruits sourds, semblables au tonnerre.

Le même jour, 9 h. 1/2 du soir, à Caucagua, une forte secousse, suivie de deux autres moins intenses dans la nuit.

A Rio-Chico, 9 h. 1/2 du soir, une forte secousse de l'est à l'ouest.

A Caracas, 10 h. 12 m. du soir, tremblement léger, mais prolongé. Même heure, à Santa Lucia.

A la Guaira, 10 h. 1/2 du soir, fort tremblement.

Le même soir, heures non indiquées, à Capaya, trois secousses.

Le 2, 2 h. et 5 h. du matin, à Curiepe, deux autres secousses. Elles ont été ensuite extrêmement fréquentes, mais faibles jusqu'au 7. Suivant d'autres renseignements, on y en aurait compté dix fortes ou assez fortes du 1er au 2.

Le 2 encore, 11 h. 15 m. du matin, à la Guaira, tremblement assez fort. Vers 11 h. du soir, autre secousse remarquée par plusieurs personnes.

Le même jour, midi 9 minutes, à Caracas, une légère secousse avec bruit souterrain. On l'a ressentie plus fortement dans les environs. Le ciel était chargé avec fortes rafales du nord. Entre 7 et 8 h. du soir, le vent appelé *viento de catia* souffla avec force de l'ouest à l'est.

A 10 h. 38 m. du soir, pendant que le vent était dans sa plus grande violence, il y eut une forte secousse de trépidation (verticale), précédée et accompagnée d'un bruit sourd assez notable qui dura 5 à 6 secondes. Le vent continua ensuite et tout le ciel se couvrit de nuées blanches qui chassaient rapidement de l'ouest à l'est.

Deux heures après, il y eut une autre secousse beaucoup moins sensible et de moindre durée. On cite encore Tacarigua et Higuerote comme ayant ressenti des secousses le 1 et le 2, mais on n'indique pas les heures.

Le 3, entre 1 h. et 2 h. du matin, à Caracas, tremblement léger.

Le 6, 2 h. du matin, à Carora, tremblement fort, mais de courte durée.

Le même jour, même heure (2 h. du matin), à Santa Lucia, fort tremblement, suivi d'un bruit épouvantable. On y avait ressenti celui du 1er à 10 h. 12 m. du soir. La plus grande force des secousses a eu lieu vers le nord.

Le 7, minuit un quart et 2 h. du matin, à Caracas, deux nouvelles secousses légères.

Le même jour, 4 h. du matin, à Curiepe, une dernière secousse.

Le 8, 5 h. du matin, à Caracas, tremblement léger.

Le 9, 3 h. $^3/_4$ du matin, à Caracas, bruits sourds et prolongés, sans secousse. A 9 h. 26 m. du matin, autre bruit très-faible, mais bien sensible, sans mouvement du sol.

Le 17, 2 h. du matin, à Caracas, tremblement léger qui se renouvela à 4 h. $^1/_2$ du soir.

Le 20, 3 h. du matin, autre tremblement léger.

Le même jour, heure non indiquée, à Tariba (province de Merida), tremblement.

Le 23, entre 1 et 2 h. du matin, à Caracas, tremblement léger.

Le 25, entre 11 et 12 h. de la nuit, à Guayana, fort tremblement de l'est à l'ouest et de deux secondes de durée.

Le 25 encore, entre 11 et 12 h. du soir, à Ciudad-Bolivar, une forte secousse de deux secondes de durée.

Le 26, 11 du soir, à Victoria, tremblement non ressenti à Caracas.

Le 27, 7 h. 45 ou 50 m. du soir, à Caracas, fort tremblement de trépidation, avec grand bruit et de 8 secondes de durée. Plusieurs personnes indiquent la direction de l'est à l'ouest. On ne l'a pas ressenti à Victoria.

Le 28, entre 1 et 2 h. du matin, à Caracas, tremblement qui se renouvela à midi et demi.

Le 31, entre 8 et 9 h. du matin, à Caracas, tremblement léger. Tous ces tremblements de Caracas ont été plus forts à Rio-Chico. Le foyer (*foso*) volcanique de Cumana n'a montré aucune activité dans ce mois.

Le 31 encore, entre 10 et 12 h. de la nuit, à Coro (à l'ouest de Caracas), petit tremblement.

A la fin du mois, dans un village de l'Ayata (Bolivie), révolution du sol effectuée en trois jours. (*Vide infrà.*)

— Le 8 (le 24 février, v. st.), 11 h. $^1/_2$ du matin, à Verkhnéoudinsk (SO. du lac Baikal), deux secousses ressenties pareillement à Irkoutsk. (M. Osten-Sacken.)

— Le 9, 1 h. 20 m. du matin, aux îles Shetland, une secousse d'environ trente secondes de durée. La mer était calme. Cette secousse, constatée par les gardiens des phares, a ébranlé tout le nord de l'Archipel. (*Galignani's Messenger*, du 9 avril). C'est à tort que l'*Opinion nationale*, du 13 mai, donne la date du 9 avril. Elle ajoute que cette secousse n'a été ressentie qu'à la pointe nord de l'Archipel et que les autres îles n'ont rien éprouvé.

Le 9 encore, 1 h. 46 m. du matin, en Scandinavie, tremblement sur lequel M. Th. Kjerulf a publié la note suivante : « D'après les renseignements fournis par les principales administrations publiques, les points extrêmes où le tremblement de terre s'est fait sentir sont : au nord, Bodoe et Skeleftea ; à l'est, Soederhamn ; au sud-est, les points voisins de la station de Felsund ; au sud, Langesund ; au sud-ouest, Bergen ; et vers l'ouest, les îles Shetland. La distance entre les deux points les plus éloignés, Bodoe et Langesund, est de 130 milles géographiques.

» Le centre de l'ébranlement paraît être aux environs de Christiansund. C'est autour de cette localité que les secousses ont été les plus violentes. D'après l'heure du phénomène, c'est d'ailleurs Christiansund et le phare de Krisholm qui ont été atteints les premiers. Cette conclusion est confirmée par l'étude de la direction des secousses, qui semblent diverger de ce point.

» Les stations, où le phénomène s'est fait sentir au même instant, sont d'ailleurs sensiblement placées sur des cercles ayant leur centre au voisinage de Christiansund.

» Il paraît donc que le tremblement de terre en question a été un tremblement de terre central. Du reste, les recherches scientifiques modernes ont démontré que les tremblements de terre se propagent en général à partir d'un point central suivant des cer-

cles concentriques de plus en plus vastes. Dans le cas actuel, la vitesse de propagation aurait été d'environ sept milles géographiques par minute.

» Les secousses, dont la durée s'élève au plus à quelques minutes, ont été partout accompagnées d'un bruit souterrain intense. Au voisinage de Christiansund, le mouvement du sol était ondulatoire; dans les points éloignés du centre d'ébranlement, il procédait par secousses. » (C. R., t. LXIV, pp. 767-768.)

Suivant les *Débats*, du 26 mars, et le *Moniteur*, du 29, ce tremblement aurait duré trois minutes à Drontheim, avec un bruit semblable à celui du tonnerre ou d'un chemin de fer passant sur un pont; les murs oscillaient, les cloches étaient en branle, les meubles renversés, les rues jonchées de tuyaux de cheminées. Oscillations du SO. au NE.

— Le 10, 10 h. du soir, à Kebes Csaba (ou Bekes Gabo, Hongrie), violente secousse qui n'a duré qu'une seconde. C'est la quatrième de l'année.

Le 20, 10 h. 15 m. (*sic*), dans le comitat de Comorn, nouveau tremblement. (M. Boué.)

— Le 10 ou le 11, au Vésuve, petite éruption mentionnée dans les *Comptes rendus*. M. Ch. Sainte-Claire-Deville lit l'extrait d'une lettre qui lui est adressée de Naples et dans laquelle M. Pignant, professeur à la faculté chimique de cette ville, annonce qu'ayant fait, le 12 mars, avec M. H. Mauget l'ascension du cône supérieur du Vésuve, il a trouvé ce volcan en éruption de la veille. Cette éruption consiste en une sortie de laves dans l'intérieur même du cratère : « éruption fort calme, dit l'auteur de la lettre, mais qui n'en est pas moins destinée à changer complétement l'aspect du cratère. De 150 mètres environ, la profondeur était réduite à 40 mètres, et il paraît qu'elle a encore diminué depuis. » M. Pignant promet d'ailleurs des détails plus complets et des dessins exacts de l'état actuel du cratère supérieur. (C. R., t. LXII, p. 749.)

— Le 17, à Spoleto, tremblement signalé par le P. Secchi. (Voir au 1er février.)

— Le 18, 8 h. 45 m. du matin, à Santiago (Chili), fort tremblement.

A la fin du mois, jour non indiqué, le village d'Ayata (province de Munecas, Chili), a disparu presque complétement par une espèce de tremblement de terre ou mouvement du sol qui a eu lieu sur une grande étendue. Pendant ce phénomène remarquable, beaucoup d'habitants coururent de grands dangers en voulant sauver leur mobilier. Dans l'espace de quelques heures, durant cette opération, le village se trouva transporté très-loin de sa situation primitive. « Dans l'intervalle d'une nuit, ajoute le journal auquel j'emprunte ce récit, les maisons prirent des positions opposées; celles qui avaient leur entrée vers l'est se trouvèrent le lendemain tournées vers l'ouest et *vice versâ;* les arbres étaient fortement inclinés et avaient perdu leur direction verticale. Ce mouvement a duré trois jours d'une manière très-sensible. Le journal *la Epoca,* de la Paz (Bolivie), qui reproduit ces détails d'après un journal du Chili, attribue le phénomène à des éboulements de cavernes, fréquentes dans les Andes; mais il ajoute que, de nos jours, les tremblements de terre ont été fréquents dans toute l'étendue des Andes en Bolivie : *Estos terremotos se han repetido con frequencia en nuestros dias, en casi toda la estension de los Andes situados en Bolivia.* (*El Porvenir,* de Caracas, 17 juillet 1866.) C'est d'après M. Revenga que j'ai déjà mentionné le même fait plus haut, comme ayant eu lieu en Bolivie.

—Le 26, midi un quart, à San Francisco, secousse de l'est à l'ouest, la plus violente qu'on y ait ressentie depuis le tremblement du 8 octobre précédent. On l'a éprouvée à Stockton, à Sacramento, à San José et dans plusieurs autres places de l'intérieur.

— Le même jour, 2 h. 35 m. du soir, à Catane, à Caltagirone, à Militello, à Syracuse, à Messine, tremblement qui a agité presque toute la moitié est de la Sicile. Il s'est produit deux secousses successives; la première a duré 3 secondes et la deuxième, plus forte, 5 secondes. On peut dire que l'ondulation n'a pas dépassé, au sud et au nord, les deux limites formées par le système orographique général de la Sicile, c'est-à-dire les deux chaînes qui ont leur direction générale, l'une ENE., l'autre SE., et qui, partant des deux extrémités nord et sud du côté oriental de la Sicile, se rencontrent pour former le nœud montagneux de l'île. (M. Silvestri, C. R., t. LXII, p. 1123.)

— Le 26 encore, heure non indiquée, à Porto-Rico, une légère secousse.

— Dans le courant du mois, à Nice, nouvelles trépidations du sol, sur lesquelles M. Prost a adressé la note suivante à M. Élie de Beaumont, en date de Nice, le 8 avril 1866 :

« J'ai cessé d'habiter la maison dans laquelle j'ai poursuivi pendant longtemps les observations de trépidations du sol, dont je vous ai communiqué précédemment les résultats. Mon nouvel appartement à Nice est à environ 500 mètres de l'autre. Il est beaucoup moins élevé au-dessus du sol puisque je ne monte que 15 marches au lieu de 70; et puis, les murs ont beaucoup plus d'épaisseur : 70 centimètres au lieu de 45..... Il était naturel de penser que ces deux nouvelles conditions pourraient influer sur l'amplitude des oscillations du pendule, d'une part, et de l'autre, sur l'intensité de la transmission des chocs. Mais il n'en a rien été. Les tremblements de terre de Rhodes, de Viterbe, et surtout les phénomènes volcaniques de Santorin, ont eu leur retentissement ici. Surtout dans le dernier cas, les cristaux et les lustres des deux salons se sont mis de la partie. Dans le moment où je vous écris, le pendule est encore fort agité; cela dure depuis deux jours. En somme, on peut dire qu'il y a eu depuis le commencement de l'hiver beaucoup plus de trépidations du sol que dans tout le cours de l'année dernière, qui a été de tous points une année anormale. Ce qui se passe en ce moment ne l'est guère moins; l'hiver a été extrêmement pluvieux, et il est tombé dans les Alpes une quantité de neige telle qu'on ne l'avait pas vu depuis longtemps. C'est probablement pour nous indemniser des neuf mois de sécheresse de l'année passée. Les cultivateurs et les producteurs d'huile en sont aussi contents que les visiteurs en sont ennuyés. » (C. R., t. LXII, p. 910.)

Avril. — Le 1er, 2 h. 1/2 du matin, à Panama, petit tremblement.

— Le 3, 1 h. 1/2 du soir, suivant M. Revenga, 11 h. 1/2, suivant M. Rojas, à Caracas, tremblement.

Le 4, minuit trois quarts, suivant M. Revenga, au point du jour, suivant M. Rojas, bruits sourds sans secousse.

Le 8, 5 h. 10 m. du matin, à Caracas, tremblement plus sensible du côté d'Avila.

Le 10, entre 1 et 3 h. du matin, à Caracas, deux légères secousses.

Le 11, entre 1 et 3 h. du matin, légères secousses.

La nuit suivante (du 11 au 12), entre minuit et minuit et demi (minuit 20 m., suivant M. Revenga), tremblement léger.

Le 15, entre 7 h. et 7 h. 1/2 du soir, deux légers tremblements, séparés par un court intervalle. Nouvelle lune à 2 h. 35 m. du matin, temps de Caracas.

Le 22, 5 h. 15 m. du matin, léger tremblement avec bruit sourd.

Le 25, 5 h. 35 m. du matin, encore un léger tremblement.

Le 28, 9 h. 10 m. du matin, une secousse rapide, *un rapido estremecimiento de la tierra.*

— Le 5, 1 h. 1/2 du soir, à Mayari (Cuba), une secousse.

Le 7, heures non indiquées, à Saint Iago de Cuba, deux violentes secousses ressenties aussi à Jiguani.

Le 12, entre 1 et 2 h. de la nuit du 11 (*sic*), à Sayamo (Cuba), une secousse avec bruit sourd. (M. W. Mallet.) Le journal de Caracas, *el Porvenir,* du 17 mai, ne signale que le 5, 1 h. 1/4 du soir, pour Santiago de Cuba et Jiguani.

— Le 5 (le 24 mars, v. st.), tremblement à Samos. (M. Schmidt.)

Le 23, au volcan de Santorin, redoublement marqué d'activité. (*Vide infrà.*)

Le 25, 7 h. du soir, à Azizieh (10 kilom. au S. d'Éphèse), tremblement de l'est à l'ouest avec bruit précurseur.

Le même jour, heure non indiquée, tremblement à Agoriani du Parnasse.

Le 27, explosion dans la partie la plus chaude des fumerolles du nouveau volcan de Santorin, dont l'état, pendant le mois d'avril, a été décrit par M. Fouqué dans une lettre à M. Ch. Sainte-Claire-Deville. (C. R., t. LXII, pp. 1187-1190.)

— Le 6, éruption de l'Etna. On écrit de Naples, le 8 : « Nous avons eu vendredi (par conséquent le 6) un peu de pluie mêlée de cendre. On prétend que cela vient de l'Etna qui serait en éruption. » (*Débats,* 15 avril.)

Vers le milieu du mois, en Sicile (localité non désignée), deux secousses assez sensibles, l'une de jour, l'autre de nuit. (M. Grassi, d'Acireale.)

Le 19, 3 h. 25 m. du soir, à Reggio (Calabre), une secousse verticale accompagnée de bruit, *rombo;* à 7 h. 30 m., une autre secousse ondulatoire.

Le 20, midi 40 m., autre secousse verticale avec léger rombo. (Mme Scarpellini.)

— Le 8, 4 h. 50 m. du matin, à Porto-Rico, fort tremblement du nord au sud et de 20 secondes de durée. On l'a ressentie à Ponce, à Mayaguez et à Aguadilla.

Le 10, 3 h. du soir, nouveau tremblement.

— Le 18, 1 h. (*sic*), à Grachen (Valais), une secousse.

Le 25, 4 h. $^3/_4$ du soir, traces de tremblement. M. Tscheinen n'en signale pas pour les mois précédents dans son journal météorologique.

— Le 19, 6 h. $^1/_2$ du soir, à Salatiga et au fort Wilhem Ier, tremblement signalé sans détails par M. Buys-Ballot.

— Le 21, 6 h. $^3/_4$ du soir, dans le comitat de Comorn (Hongrie), autre tremblement pour lequel M. Boué me renvoie, comme pour les précédents, au *Zeits. oesterr. Gesells. f. Meteor.*, pp. 126-127; 1866. Je n'ai pas vu ce recueil.

— Dans les premiers jours du mois, au bord du lac de Garde, manifestations volcaniques. Sous le titre : *Vulcanische Erscheinungen am Gardasee,* M. le docteur Giov. Gentilini, de Roveredo, a publié une lettre dont voici la traduction :

« Roveriedo, 27 novembre 1866.

» Au pied du Monte Baldo, sur la rive gauche du lac de Garde, à Cassone, à Malusine et à Castelletto, ont commencé, dans les premiers jours d'avril, des bruits sourds (*mormorare e tuonare*) qui ont été entendus par beaucoup de personnes.

» Le 15 juillet, tous les habitants de Cassone ont entendu une forte détonation, accompagnée d'une secousse ondulatoire qui s'est propagée sur les bords du lac entre Malusine et Castelletto. En même temps les eaux du lac ont éprouvé un mouvement qui s'est étendu jusque sur la rive lombarde.

» Depuis, pendant trois semaines, les détonations se sont renouvelées, moins violentes, mais encore accompagnées de secousses qui ont ébranlé toutes les maisons de ces trois villages. Jusqu'à cette époque, ces détonations ressemblaient, suivant les uns, à des explosions de mines, et suivant les autres, à des décharges d'artillerie.

» Mais le 11 août, vers minuit, toute la population de ce pays fut épouvantée par une explosion extrêmement violente, semblable à la décharge simultanée de plusieurs pièces de gros calibre, et suivie d'un fort tremblement de terre qui parut provenir du sommet du Monte Baldo. Déjà les secousses antérieures avaient lézardé les murs des maisons et causé des éboulements de terres et de rochers qui roulèrent jusque dans la vallée. Celle du 11 août fit tomber des cheminées, des balcons et des enduits.

» A cette violente secousse succédèrent, dans le reste de la nuit, une centaine de détonations moins fortes; cependant plusieurs ressemblèrent encore à des décharges de grosse artillerie, et des pierres roulèrent en grand nombre le long des pentes. A Cassone, il fallut étayer une église.

» Ces explosions et ces secousses se sont ensuite renouvelées à peu près *chaque jour* (*nahezu taeglich*), jusqu'au 1er novembre.

» Ce jour-là, nouvelle et forte détonation avec mouvement encore plus violent du sol.

» Le 7 et le 8, ce double phénomène se manifesta de nouveau et fut constaté par le professeur Béretta, de Vérone, qui, ces deux jours-là, se trouvait sur le lac au moment des secousses, et c'est à lui que j'en dois la connaissance. Les bruits (*i mugiti*), qu'il entendit pendant un quart d'heure environ, ressemblaient au vacarme strident d'un convoi de chemin de fer; l'intensité de chaque détonation était, en moyenne, celle d'une décharge de grosse artillerie. Ces manifestations sont-elles les avant-coureurs d'une éruption volcanique? C'est ce que craignent très-fort les habitants du pays.

» Ici, à Roveredo, nous n'avons ressenti qu'une secousse; elle a eu lieu dans la nuit du 8 au 9 juillet, et n'a été remarquée que par quelques personnes. La distance de Roveredo au foyer de ce

phénomène est de douze à quinze milles italiques. » (*Zeits. d. oest. Gesells. f. Meteor.*, t. II, n° 1, pp. 30-31, 1er janvier 1867.)

Ces détonations et les secousses qui les accompagnaient ne paraissent pas s'être renouvelées en décembre, ni dans le courant de 1867; mais elles ont recommencé le 1er janvier 1868 et duraient encore le 11, lorsque M. le Dr. Giov. Gentilini, professeur au gymnase de Roveredo (*nel Trentino*), m'écrivait la lettre suivante que je traduis presque intégralement.

« Ce n'est qu'aujourd'hui, 11 janvier 1868, que je puis enfin répondre à votre lettre du 27 avril 1867; c'est seulement dans ces derniers jours que j'ai reçu les renseignements que j'avais demandés pour vous et qui sont négatifs.

» Dans le courant de *juin* (*Giugno*) 1866, pendant la guerre qui eut lieu entre l'Autriche et l'Italie, de nombreuses détonations se firent entendre (*si fecero udire ripetati colpi*), sur la rive véronaise du lac de Garde, au pied du Monte Baldo, sur une étendue d'environ neuf milles carrés, occupés par les villages de Novena, Malusine, Cassone, Assenza, Porto di Brenzone, Mugignano, San Giovanni, Castelletto; les populations de ces villages les attribuèrent à des décharges d'artillerie provenant de la forteresse de Peschiera.

» Les agitations du sol et les secousses continuèrent ensuite pendant quelques mois et tinrent les habitants dans de continuelles alarmes.

» Aujourd'hui, j'ajoute, d'après les informations que je viens de recevoir, que les secousses ont recommencé le premier jour de cette année et qu'elles sont devenues tellement fréquentes que, le samedi 4 courant et la nuit du dimanche, on en a compté dix dans l'espace de dix-huit heures; trois ont été d'une violence extrême et ont duré si longtemps que plusieurs personnes se sont sauvées des maisons et qu'elles ont passé la nuit en plein air. Le gouvernement italien a envoyé une commission scientifique dans le pays pour rassurer les habitants et pour étudier le phénomène.»

— A la fin du mois d'avril a cessé l'éruption du Mauna Loa, commencée le 30 décembre 1865. (Voir au 31 août suivant.)

Mai. — Le 2, 3 h. 15 m. du matin, à Caracas, petit tremble-

ment suivi de bruit. Huit à neuf minutes plus tard, bruit caverneux sans secousse. A 10 h. 1/4 du soir, autre tremblement avec bruit sourd.

Le 3, 6 h. 15 m. du matin, nouveau tremblement.

Le 8, 8 h. et 9 h. du matin, deux autres tremblements avec bruit sourd.

Le 16, 6 h. 30 m. du matin, encore un petit *temblor*.

Le 22, 3 h. 55 m. du soir, une légère secousse, remarquable pourtant par le bruit qui l'accompagna.

Le vendredi 25, minuit (*dadas las 12 de la noche*), à Port d'Espagne (Trinidad), fort tremblement qui a réveillé la population.

A Ciudad-Bolivar (Venezuela), on l'a ressenti à peu près à la même heure.

Le 26, minuit et demi, à Ciudad-Bolivar et à la Trinidad, fort tremblement.

Les jours suivants, jusqu'à la fin du mois, à Ciudad-Bolivar, on a encore remarqué généralement des bruits souterrains et de légers mouvements du sol.

— Le 2, 4 h. précises du matin, à Desenzano, près du lac de Garde, une forte secousse qui a duré trois minutes (*sic!*). Beaucoup de gens, en craignant une seconde, ont quitté leur lit brusquement. (*Opinion nationale,* 6 mai.) M. Gentilini ne signale, pour ce mois, ni détonations au Monte Baldo, ni secousses aux environs.

— Le 3 et le 5 (le 21 et le 23 avril, v. st.), à Chalcis et Athènes, tremblements.

Le 8 et le 9 (le 26 et le 27 avril, v. st.), à Delphes et à Chalcis, tremblements.

Le 10, 6 h. 55 m. du matin, à Avlona (Albanie), tremblement nouveau que m'indique seulement M. Boué, en me renvoyant au *Zeits. oesterr. Gesells. f. Meteor.*, p. 125; 1866.

Le même jour (le 28 avril, v. st.), heure non indiquée par M. Schmidt, tremblements à Athènes et à Avlona; jusqu'au 20 (8 mai, v. st.), les secousses, ajoute-t-il, s'y renouvelèrent souvent (πολλάκις) ainsi qu'à Chalcis.

Le 18, nouvelle apparition de flammes sur Aphroëssa.

Le 19, apparition d'une île nouvelle dans le golfe de Santorin.

Je vais reproduire plusieurs lettres au sujet de Santorin dont l'éruption continue et dont elles représentent l'état pendant ce mois. La première en date est celle de M. le docteur De Cigalla; elle est du 25 mai; en voici l'analyse :

« Les projections de pierres et de cendres du promontoire du Roi Georges ont beaucoup augmenté, à tel point qu'on a pu compter un jour cinq cents explosions en vingt-quatre heures. Sur l'Aphroëssa, les flammes gazeuses, qui avaient quelque temps disparu, se sont montrées de nouveau depuis le 18 mai et ont été constatées par les membres de la commission scientifique allemande, MM. Fritsch, Reiss et Stübel. Sur le flanc oriental de l'Aphroëssa s'est manifestée une fissure par où coule une petite quantité de lave incandescente et pâteuse.

» Le sol sous-marin entre l'Aphroëssa et Palaea-Kamméni continue à se soulever graduellement. Là où la carte hydrographique anglaise indiquait une profondeur de 200 mètres, un sondage fait le 10 avril n'a plus donné que 120 mètres; enfin un du 24 mai, 92 seulement.

» C'est sur la ligne de ce soulèvement que du 8 au 25 mai (*sic*) ont surgi huit petits îlots de lave exactement pareils à Georges et à l'Aphroëssa dans les premiers jours de leur existence. Ces huit îlots sont situés en face de l'entrée du port Saint-Nicolas de Palaea-Kamméni; ils grandissent tous les jours et paraissent destinés à se rejoindre entre eux et probablement à réunir dans quelque temps Néa et Palaea-Kamméni.

» Des symptômes d'éruption prochaine se manifestent à Palaea-Kamméni. La côte orientale de cette île est depuis quelque temps le théâtre de dégagements de vapeurs d'une certaine intensité. La température des eaux dans la mare bourbeuse, située derrière le port Saint-Nicolas, s'est élevée à 24° R.

» Le 22 mai, à 6 h. après midi, on a ressenti à Santorin une secousse légère de tremblement de terre qui a été éprouvée également en Crète. » (C. R., t. LXII, p. 47.)

La première apparition des îlots nouveaux s'est-elle manifestée dès le 8? J'en doute et je supposerais volontiers une erreur ou

une faute d'impression dans la lettre précédente, car le R. P. Hypert, chef des Lazaristes à Santorin, et M. le docteur W. Reiss, de la commission allemande, donnent la date du 19. Le premier écrit, à la date du 30 :

« Le 19 mai, à 6 h. du soir, entre la pointe de Georges et celle d'Aphroëssa, il est sorti du fond de la mer une île qui porte le nom de *Mai*. Elle est presque aussi longue que la coulée de lave de la Palaea-Kamméni. Elle ne touche par aucun côté aux autres îles avoisinantes.

» Le 22 mai, M. De Cigalla, se trouvant ce jour-là au volcan, a vu deux autres îles, dont l'une est située entre Aphroëssa et Palaea-Kamméni, vis-à-vis de l'église Saint-Georges. » (C. R., LXII, p. 1395.)

Cette lettre est précédée d'une autre, écrite le 29 par M. Delenda à M. Ch. Sainte-Claire-Deville. Les *Comptes rendus* n'en donnent que l'extrait suivant :

« . . . . . . J'ai le bonheur de vous annoncer la naissance de deux nouveaux îlots situés entre Aphroëssa et Palaea-Kamméni; ils se trouvent à une distance l'un de l'autre de quinze mètres environ. Ces îlots augmentent d'un mètre par jour. Ils se forment avec une symétrie en quelque sorte mathématique; leurs pierres se placent avec une disposition, un ordre parfait; ces pierres sont très-lourdes et ressemblent à du charbon de terre; leur lave est plus compacte. Sur ces récifs on trouve des plantes et des coquillages. Tout près de ces deux nouvelles productions volcaniques, on aperçoit de la barque le fond de la mer. Pas de fumée ni de feu sur ces deux récifs. La mer y est froide. En d'autres termes, ces deux îlots sont nés et croissent avec une tranquillité parfaite. Les géologues allemands baptisèrent les deux nouveaux îlots du nom d'*îlots de Mai,* parce qu'ils ont apparu pendant le beau mois de mai.

» Entre Aphroëssa et Diapori, il n'y a plus que 50 brasses de profondeur, tandis que autrefois le fond de la mer se trouvait à plus de 100 brasses. Entre Aphroëssa et Palaea-Kamméni, 18 brasses; la température de cet endroit est de 50° centigrades. A l'entrée du port Saint-Georges, le fond maritime était, la semaine dernière,

de 25 brasses de profondeur; il n'est plus aujourd'hui que de 4 brasses. . . . . » (*Ibid.* p. 1394.)

Enfin, M. Reiss, en envoyant une caisse d'échantillons à l'institut géologique de Vienne, écrivait de Syra, le 2 juin :

« Tous ces échantillons de roches appartiennent à la nouvelle île qui a paru dans la soirée du 19 mai, entre l'extrémité occidentale de la coulée d'Aphroëssa et Palaea-Kamméni, et qui réunit ces deux îles. Comme nous avions prévu cette réunion prochaine, nous leur avons donné le nom commun de *Maionisi,* îles de mai. Au commencement, lors de notre départ, il n'y en avait que deux; mais aujourd'hui, on en compte déjà quatre. Ces îlots ne doivent pas leur existence au soulèvement du fond de la mer, comme on pourrait le croire d'après les débris organiques encore attachés à beaucoup d'échantillons, ce ne sont que les sommets des plus hauts points de la coulée d'Aphroëssa. Il est remarquable que ces deux îlots ne présentent aucune trace de scories. Ce sont évidemment des fragments de laves anciennes. » (*Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt Jahrb.*, t. XVI, p. 105, séance du 24 juillet.)

Le 23 (le 11, v. st.), tremblement à Kourbatzi d'Eubée.

Le 26 et le 27 (le 14 et le 15, v. st.), à Avlona, nouvelles secousses.

— Le 11, 9 h. ³/₄ du soir, à Batna, trois secousses légères. (*Moniteur de l'Algerie,* 23 mai.)

L'*Akhbar,* du 13, signalait seulement deux légères secousses, mentionnées dans le Bulletin météorologique, publié, le 12, par l'Observatoire d'Alger. On lit en effet dans ce bulletin : « Le chef de la station météorologique des ponts et chaussées de Batna nous signale ce matin, par voie télégraphique, une légère secousse de tremblement de terre, hier au soir à 10 h. 25 m., suivie d'une autre à 10 h. 30 m. »

Le 21, 2 h. 10 m. du matin, à Bone (Algérie), deux secousses.

— Le 12 (le 30 avril, v. st.), tremblement, qui paraît avoir été considérable, à en juger par la note bibliographique suivante que m'a communiquée M. le docteur Laudy :

« Aperçu détaillé des ravages causés par le tremblement de terre du 30 avril (12 mai) 1866.

» Cet aperçu, dressé sur les relevés de M. Ivanoff, consul de Russie à Erzeroum, a été communiqué à M. Peters par M. de Malinowsky, colonel au service de la Turquie, stationné à Tuldscha. (*L'Institut*, 31 juillet 1867.) » Ce tremblement, que je ne trouve mentionné nulle part, a-t-il eu lieu à Erzeroum ou dans quelque possession russe d'Asie? M. Laudy n'a pas pu me donner d'autres renseignements.

Nuit du 25 au 26 (du 13 au 14, v. st.), 2 h. 20 m. du matin, à Kislovodsk (Russie), une secousse qui s'est fait sentir simultanément dans les trois autres villes d'eaux, Essentouxi, Gelesnovodsk et Piatigorsk. C'est dans cette dernière ville qu'elle a duré le plus longtemps. A Kislovodsk elle a été accompagnée d'un roulement souterrain tellement fort que les troupeaux qui paissaient dans les environs ont pris la fuite de frayeur.

Le 26 (n. st.), 2 h. 45 m. du sôir, à Stavropol (gouv. de Simbirsk), une secousse de l'est à l'ouest et de trois secondes de durée.

Nuit du 29 (nuit du 17 (*sic*), v. st.), à Noukhi (Russie), une secousse du SE. au NO. et d'environ trois secondes de durée. Deux heures plus tard, une nouvelle secousse moins forte. (M. Osten-Sacken.)

— Le 16, à Oajaca, Orizaba, Cordoba et autres lieux du Mexique, tremblement. (M. Boué.)

— Le 19, vers 9 h. du matin, dans le bassin du Rhône, tremblement peu intense, mais étendu.

A Draguignan (Var), vers 8 h. 55 m. du matin, une assez forte secousse du nord au sud et de quelques secondes de durée.

A Toulon, 9 h. 12 m., deux secousses assez fortes de l'est à l'ouest. Suivant quelques personnes, il y aurait eu quatre secousses.

A Marseille, 9 h. 1/4, trois secousses instantanées dont l'ensemble, m'écrit M. Lespès, professeur à la faculté des sciences, n'a pas duré dix secondes; elles lui ont paru dirigées du sud au nord. Il ajoute qu'il n'a entendu aucun autre bruit que celui des meubles mis en mouvement, et qu'un professeur du lycée lui a assuré que la boussole avait eu l'air affolé.

D'après le *Moniteur* et les *Débats*, du 22, le *Messager du Midi*

indique, pour Marseille, une seule secousse, dirigée du NE. au SO. et de 4 à 5 secondes de durée.

A Digne, 9 h. et quelques minutes, secousses de l'est à l'ouest pendant quelques secondes seulement. Pas de dommages. A Thoard et surtout dans l'arrondissement de Sisteron, les maisons et les édifices publics ont été plus ou moins endommagés. On cite Saint-Geniez où les dommages ont été évalués à 15,000 francs, Volonne, La Motte, Gigors, etc. A Lurs (près de Forcalquier), les oscillations se dirigeant de l'est à l'ouest ont été précédées d'une violente secousse, semblable à celle que produirait l'explosion d'une mine chargée de quelques milliers de kilogrammes de poudre, à une distance de 5 à 6 kilomètres. A Aix, le tremblement a été accompagné d'une violente rafale de vent d'est assez froid, soulevant dans les rues, dans les promenades et sur les boulevards, des tourbillons de poussière qui obscurcissaient l'atmosphère.

A Nice, 9 h. 20 m., deux fortes secousses de l'est à l'ouest. Le baromètre marquait 765 mm. avant et après le tremblement.

On l'a aussi ressenti à Gap, à Grenoble et à Mens, dans le département de l'Isère. Les heures ne sont pas indiquées; mais on voit qu'il s'est étendu dans toute la partie sud du bassin du Rhône et même plus au nord, d'après la notice suivante.

Le même jour, vers 9 h. 1/2 du matin, à Chambéry, secousse sensible, remarquée aussi aux Marches et à Saint-Pierre d'Albigny. C'est la dernière ressentie en Savoie. (Mgr Alexis Billiet, lettre du 27 septembre 1867.)

— Le 24, 1 h. du soir, à Acireale (Sicile) et dans les environs, une petite secousse. (M. Grassi.)

— Le même jour, 5 h. 58 m. du soir, à Urbino, une légère secousse. (Mme Scarpellini.)

Le 29, vers 4 h. du soir, à Pesaro, une petite secousse.

— Le 25, 9 h. du soir, à Bleiberg, petit tremblement, plus fort à Schwarzenbach et à Saint-Michael. (M. Boué.)

— Le 30, 3 h. 40 m. du matin, à San Francisco (Californie), une secousse assez forte.

Dans le courant du mois, on a vu de la fumée s'élever au-dessus de Iron Mountain, Montagne de fer, située dans les environs de

Shasta. Un mineur qui a gravi la montagne a affirmé que la fumée s'échappait d'une ouverture pouvant avoir trois pouces de large, qu'elle était chaude et qu'elle exhalait une forte odeur de soufre. « Autour de l'ouverture, disait en revenant ce mineur, un cratère, pas de lave, pas de cendres, mais ce qui est assez inexplicable, une quantité considérable de serpents à sonnettes morts. » (*Courrier de San Francisco,* 9 juin 1866.)

— Dans ce mois, recrudescence d'activité au Kilau-Ea. (Voir au 31 août suivant.)

— Je lis dans le *Galignani's Messanger,* du 7 juillet : « D'après les nouvelles que donne le *Times of India* et qui vont jusqu'au 8 juin, on avait éprouvé récemment de légères secousses de tremblement de terre dans la plus grande partie de l'Inde. »

Juin. — Le 1er, 1 h. 46 m. du soir, à Gliss (Suisse), tremblement.

Le 21, midi 46 m., autre tremblement, simplement cité, sans détails comme le précédent, dans les *Schweiz. meteor. Beobachtungen,* 1866, p. 381.

— Le 1er encore, 6 h. du soir, à Acireale et dans les villages voisins, au pied de l'Etna, une petite secousse. (M. Grassi.)

— Le même jour, 9 h. 50 m. du soir, à Ciudad-Bolivar (Venezuela), léger tremblement avec bruit sourd et prolongé ; mouvement à peine sensible.

Le 7, 10 h. du matin, à Caracas, court et léger tremblement qui parut d'oscillation de l'est à l'ouest. Il fut accompagné d'un bruit faible. Temps pluvieux.

Minuit du 10 au 11 (le 10, 12 h. P. M.), nouveau temblor léger avec bruit.

Le 11, 7 h. du soir, un autre semblable.

Le 13, 4 h. 48 m. du matin, autre tremblement léger, mais prolongé.

Le 14, 10 h. 1/2 du soir, à Valencia (Venezuela), trois tonnerres souterrains, prolongés, avec légers mouvements du sol.

Le 23, de 10 h. du matin à 3 h. du soir, à Caracas, bruits souterrains.

Le 24, 3 h. 20 m. du soir, léger tremblement avec bruit. Quelques minutes plus tard, autre bruit moins long.

Le 27, de 11 h. $^1/_2$ du soir à minuit, nouveaux bruits sourds qui se répétèrent dans la matinée du 28.

— Le 3 (le 22 mai, v. st.), à Théra et en Crète, tremblements.

Le 16 (le 4, v. st.), à Agoriani ἐν Ἀγοριανῇ Παρνασσοῦ. (M. Schmidt.)

Le 22, 2 h. $^1/_4$ du soir, à Constantinople, tremblement. (M. Ritter.)

Le 23 (le 11, v. st.), à Kourbatzi d'Eubée, tremblement.

Pas de nouvelles des phénomènes volcaniques de Santorin pendant ce mois.

— Le 3 ou le 4, entre 12 h. et 1 h. (*sic*), à Batna, une première secousse. A 3 h. $^3/_4$, une deuxième. (*Bull. météor. de l'Observ.* d'Alger, en date du 4 juin, à 1 h. du soir, d'après une dépêche télégraphique reçue le matin.) S'agit-il du 3 au soir ou du 4 au matin? Les dépêches qui précèdent celle-ci sont relatives au 2 pour Orléansville, au 4 pour Dellys, au 5 pour Aumale et pour Bône.

— Le 5, 6 h. 3 ou 4 m. du matin, à San Francisco (Californie), une assez forte secousse de l'est à l'ouest.

— Le même jour, à Viana (Portugal), tremblement de l'ouest à l'est et de 3 à 4 secondes de durée. Il fut précédé d'un grand bruit, semblable à celui que produisent plusieurs voitures.

— Le 7, dans l'Australie méridionale, tremblement. (M. Boué.)

— Le 7, à Rau, le 17, de nuit à Loemandjang, et le 18, 2 h. du matin, à Kedirie (Java), tremblement. (M. Buys Ballot.)

— Le 18, 11 h. 49 m. du soir, à Rome, une légère secousse du SSO au NNE. (Mme Scarpellini.) Elle ne paraît pas s'être étendue à Civita-Vecchia; je ne la trouve pas mentionnée dans le journal météorologique de M. Alessandrini.

— Le 21, 4 h. 10 m. du matin et 3 h. du soir, à Admont (Styrie), deux secousses.

Le 22 au matin, une nouvelle secousse. (M. Boué, d'après le *Zeits oest. Gesells. f. Meteor.*, 1866, p. 142.)

— Le 21 encore, à Guayaquil (Équateur), tremblement.

— Dans la nuit du 23, le Vésuve a été plus agité que d'habitude. Le cône supérieur de la montagne était couronné par une flamme continue, brillant des plus vives couleurs.

— Le vendredi 29, 10 h. 10 m. du soir, à Montluçon (Allier), une secousse verticale, suivie, quelques minutes après, d'une autre encore verticale, mais moins forte. Le ciel était chargé d'électricité; de nombreux éclairs sillonnaient tout l'horizon. (*Gaz. de France,* 4 juillet.)

La date du phénomène n'est pas explicitement donnée; la *Gazette* cite le *Courrier,* de Montluçon, qui dit : « Un tremblement de terre très-sensible s'est fait sentir vendredi soir . . . . » Mais le *Constitutionnel,* du 5 juillet, dit le vendredi 28; ne faut-il pas lire vendredi 29? il ajoute que la seconde secousse a eu lieu dix minutes plus tard.

— Le 29 encore, par lat. 31° N. et long. 40° O. de Gr., tremblement sous-marin éprouvé par la *Theresa.*

— Le même jour, à Naples et dans les provinces voisines, tremblement non ressenti, manifesté par les variations subites survenues dans le régime de divers cours d'eau de l'Italie méridionale. (Voir aux C. R., t. LXIV, pp. 188-192.)

— Dans le courant du mois, au pied du Monte Baldo, secousses et détonations. (Voir à la fin d'avril précédent.)

— Pendant ce mois, au Kilauea, les éruptions continuent. (Voir au 31 août suivant.)

Juillet. — Le 4, 1 h. 30 m. et 3 h. du matin, à Caracas, deux tremblements légers.

A 5 h. 20 m. du matin, autre tremblement du SE. au NO. (vertical, suivant quelques personnes), fort et prolongé avec tonnerre souterrain très-intense.

Le même jour, 5 h. 15 m. du matin, à la Guaira, tremblement assez fort pour que tout le monde se sauvât dans les rues, quoiqu'il n'eût duré que quelques secondes.

Le 9, 8 et 11 h. du matin, à Caracas, deux nouveaux tremblements légers.

Le 10, 11 h. 30 m. du soir, tremblement semblable.

Le 18, entre 9 et 10 h. du soir, à Maracaïbo (Venezuela), tremblement.

— Le 7, un peu avant 1 h. du matin, à Copiapo (Chili), une légère secousse, suivie d'un bruit souterrain, fort et prolongé, qui

a fait craindre que le tremblement ne se renouvelât avec plus de force.

Le 11, 10 h. 1/2 du soir, à Santiago, fort tremblement.

Le 17, 5 h. 3/4 du matin, à Valparaiso, une forte secousse.

— Le 7 encore, dans le Népaul, tremblement désastreux. Catmandou, la capitale, a été presque complétement détruit. Une grande partie de la population est restée ensevelie sous les ruines. (*El Porvenir,* de Caracas, 8 octobre.) M. Boué me l'indique comme ayant eu lieu en juin.

— Le samedi 7 ou plutôt le lundi 9, en Algérie, deux secousses que m'a signalées M. Aucapitaine en m'envoyant les numéros suivants du *Tell* et de l'*Akhbar :*

« Deux secousses de tremblement de terre ont été ressenties *samedi dernier* à 1 h. 1/4 de l'après-midi. » (*Le Tell,* journal publié à Blidah, n° du mercredi 11 juillet.)

» Une secousse de tremblement de terre a été ressentie *aujourd'hui* à Alger, à 1 h. 5 m. de l'après-midi. Le mouvement d'est à ouest a été très-sensible à deux reprises différentes. » (L'*Akhbar,* journal publié à Alger, n° du 8 juillet.) Cette secousse serait-elle du 8? Je lis encore :

« Il résulte de nos correspondances de l'intérieur que la secousse de tremblement de terre éprouvée à Alger, *lundi dernier,* s'est fait ressentir dans toutes les provinces. Un fait remarquable, c'est qu'on aurait pu en suivre exactement la marche du nord au sud, à l'aide d'un chronomètre. C'est à 1 h. 5 m. qu'elle a eu lieu ici, 1 h. 12 m. à Bouffarik, 1 h. 1/4 à Blidah, et 2 h. le même jour à Boghar. Ces observations, si elles sont exactement constatées, peuvent être d'une haute utilité pour la science. » (*Akhbar,* du 12.) Les journaux français donnent aussi la date du 9; mais ils ne font que reproduire ou abréger ce dernier extrait.

— Le 8 (26 juin, v. st.), tremblement à Patras. (M. Schmidt.)

Les 17, 18 et 21, près de Georges 1er, plusieurs détonations du fond de la mer.

Le 18, vers 3 h. 1/4 du soir, à Santorin, une secousse assez faible, qui n'a duré que quelques secondes.

Le 25, vers 2 h. du matin, une secousse plus forte, qui n'a

cependant point acquis une intensité menaçante. Ces secousses paraissent s'être étendues aux îles Christianes et à Candie. (Voir au 31 août, suivant la lettre de M. De Cigalla.)

De deux lettres (la dernière en date du 7 août), adressées par M. G. Delenda à M. Ch. Sainte-Claire-Deville, il résulte que l'activité éruptive est toujours très-considérable aux Kamménis, principalement au promontoire Georges et à sa pointe tournée vers Acrotiri. On y observe des dégagements gazeux, des projections de blocs ignés, des cendres incandescentes, de la lave sortant des bouches volcaniques. Quant à Aphroëssa, son activité s'est beaucoup ralentie. » (C. R., t. LXIII, p. 431.)

» D'après les derniers avis reçus de Santorin, les éruptions continuent; pendant une des plus récentes, les pierres projetées par le volcan sont arrivées jusqu'au grand port qu'elles n'avaient pas encore atteint. Le promontoire septentrional de la Nouvelle-Kamméni s'est abaissé d'un mètre environ. » (*Union bourguignonne*, 3 août.)

Le 27 et le 28 (15 et 16, v. st.), secousses à Céphalonie.

Le 28, 6 h. 54 m. du matin, à Zante, tremblement très-long, mais sans force. A 5 h. du soir, une secousse.

— Nuit du 8 au 9, à Roveredo (nel Trentino), une secousse.

Le 15, au Monte Baldo, détonations et secousses qui se renouvelèrent pendant trois semaines. (Voir la lettre de M. Gentilini à la fin d'avril précédent.)

— Le 12, entre Frederikswardk et Gillelein, à 30 milles de Copenhague (côte boréale de la Nouvelle-Zélande), tremblement violent.

— Le 14, 10 h. 1/2 du soir, à San Francisco (Californie), une secousse si légère que peu de gens s'en sont aperçus. A Sacramento, elle a été assez violente. A Marysville et à Stockton, on ne l'a que légèrement ressentie.

— Le 21, à Trieste, quelques secousses, précédées, la veille, d'un violent orage avec grêle.

— Le 22, entre l'Euphrate et le Tigre, non loin de Diarbékir (ancienne Mésopotamie), la terre s'est entr'ouverte et a englouti, dans un espace de 30 lieues de rayon, seize villages avec toute

leur population. Beaucoup de journaux signalent cette horrible catastrophe et promettent des détails qu'aucun n'a publiés plus tard. Y a-t-il eu tremblement de terre? L'*Union bourguignonne*, du 1[er] septembre, dit que le fait a eu lieu à la suite de convulsions dues, sans doute, à des causes volcaniques.

— Le 24, ascension du mont Hood par le Rév. H. K. Hines.

« J'avais déjà, dit-il, essayé d'atteindre le sommet du mont Hood en septembre 1864. J'étais alors accompagné de trois gentlemen de Vancouver. Mais arrivés à une hauteur d'environ 800 pieds au-dessous du sommet, nous fûmes enveloppés par un nuage épais qui, entraîné par un vent violent, balaya le flanc septentrional de la montagne et passa par-dessus. Au même instant, la température baissa rapidement et nous éprouvâmes un froid intense. Une bourrasque de neige obscurcit tellement l'air qu'un rocher, qui s'élevait à pic à 500 pieds de hauteur devant nous, devint tout à fait invisible quoique nous n'en fussions pas à plus de 50 pieds de distance. Monter ou descendre était également impossible dans ce moment. Un de nos compagnons eut si froid qu'il en perdit presque toute sensibilité; mais nous luttâmes en vain contre la tempête pendant des heures, il fallut nous avouer vaincus et redescendre sans avoir accompli notre projet d'atteindre le sommet.

» Dans la matinée du 24 juillet 1866, en compagnie de trois gentlement de Portland (Oregon), je voulus enfin mettre à exécution la détermination que j'avais prise de monter jusqu'au sommet, si le courage et l'énergie pouvaient suffire pour une pareille exécution. Nous nous étions donné rendez-vous à la maison d'un Canadien qui, il y a quatorze ans, a élevé une baraque à l'endroit où la route des émigrants quitte les montagnes et entre dans la vallée de Willamette. De là, elle longe la gorge dans laquelle coule une rivière torrentielle d'environ 500 pieds de large, au-dessous des glaciers du mont Hood où elle prend sa source. Nous la suivîmes sur une longueur d'une trentaine de milles et nous quittâmes cette gorge au point où le chemin fait un détour au sud pour gagner la cime de la montagne. Là s'élève la fameuse *Laurel Hill*. Pendant trois à quatre milles, la montée est continue et, dans beaucoup d'endroits, très-abrupte.

» En atteignant le sommet de *Laurel Hill*, nous nous trouvions sur la cime générale de la chaîne; c'est un plateau sensiblement de niveau sur un espace d'une dizaine de milles en largeur et dont le caractère principal rappelle celui d'un terrain à étangs ou à marécages. La végétation y est dense et grande; elle consiste en sapins, pins, thuyas (*Thuja gigantea*, Nutt.) et autres arbres sous lesquels se développe une immense quantité de plantes de la famille du *Rhododendron maximum*, Hook, qui en rendent l'accès presque impénétrable. Les rayons du soleil trouvent à peine çà et là un passage à travers cet épais feuillage pour arriver jusqu'au sol toujours humide. En traversant ce plateau, nous rencontrons plusieurs cours d'eau qui descendent du mont Hood; au delà, nous tournons à gauche et nous suivons un ancien sentier tracé par les Indiens dans la direction de la montagne. Après une heure et demie d'une montée continuelle et abrupte, nous arrivons à une clairière d'arbres rabougris qui s'étendent sur la pente sud de la montagne. Il est environ 5 h. lorsque nous sortons de la forêt et nous nous arrêtons pour contempler la masse grandiose de roches et de neiges, qui se dresse devant nous.

» Nous choisissons pour y asseoir notre camp une charmante crête couverte de gazon entre l'affluent principal de la rivière Deschutes et l'un des affluents du Clackamas; elle constitue à peu près l'arête qui divise la montagne. Nous dressons une hutte de feuillage, et après avoir rassemblé assez de bois pour entretenir un grand feu toute la nuit, nous étendons nos tapis à terre et nous dormons parfaitement jusqu'au matin. Nous attachons nos chevaux à cette place, et à 7 h. le jeudi nous sommes prêts à continuer l'ascension. Pendant le premier mille et demi, la montée augmente graduellement, sans être difficile, sur une couche de roches volcaniques décomposées et mêlées de cendres. Dans les intervalles de roches anguleuses, éparses çà et là, on rencontre de rares et chétifs genièvres qui y trouvent à peine une terre suffisante; on y trouve aussi plusieurs belles espèces de mousses qui rampent sur de petits tas de sable. Bientôt nous atteignons le pied d'un vaste champ de neige, qui tourne autour de la pente sud de la montagne sur une longueur de plusieurs milles et qui vers le

haut s'étend jusqu'au voisinage immédiat du sommet. La première partie de cette montée est relativement facile, elle est douce; ce n'est qu'en certains endroits que le passage présente quelque danger. Près du bord supérieur de ce champ de neige, des gorges profondes, d'où s'échappent à droite les affluents de la rivière Deschutes et à gauche ceux de Sandy River (rivière de sable), se rapprochent, se resserrent et semblent couper la montagne jusque dans ses fondements. Les eaux, qui sourdent des glaciers fendus et fracturés à leur extrémité supérieure, se précipitent dans des crevasses et dans des cavernes de profondeurs inconnues.

» Le sommet actuel de la montagne est évidemment un reste très-ancien du bord septentrional d'un immense cratère qui n'avait pas moins de trente milles de diamètre. Le mur méridional de ce cratère est complétement détruit et le cratère lui-même est rempli de roches et de cendres recouvertes par les neiges qui s'y sont accumulées depuis des siècles; c'est à travers des fentes et des gouffres que s'échappent maintenant les fumées, les vapeurs et les gaz développés par les feux qui brûlent au-dessous. Ces feux sont encore si rapprochés de la surface que beaucoup de pierres qu'ils projettent sont trop chaudes pour qu'on puisse les tenir ou même les prendre à la main. C'est au pied SO. de la muraille circulaire, qui forme la cime actuelle, et à environ deux mille pieds au-dessous du sommet, que se trouve le principal évent du cratère. Il s'en dégage continuellement une colonne de vapeur et de fumée qui parfois s'élève au-dessus de la montagne et flotte ensuite au gré du vent, et, d'autres fois, retombe et roule en tourbillons épais sur les pentes. Nous sommes descendus dans ce cratère aussi bas qu'on pouvait le faire sans cordes ni échelles. Nous avons été arrêtés par un précipice à parois verticales de 60 à 70 pieds de hauteur. Il était ouvert dans la glace, reposant sur une couche de débris rocheux et de cendres, assez chaude pour convertir en vapeur l'eau qui s'échappe continuellement des parois formées par la glace à 100 pieds au-dessus. L'air était d'une chaleur étouffante.

» C'est à ce point que l'ascension commence à devenir réellement dangereuse, c'est-à-dire quand on veut atteindre et parcourir

le sommet et la paroi intérieure du mur qui formait autrefois le cratère; il est extrêmement abrupte sur un espace de près de 1,000 pieds. Ce n'est, sur toute cette distance, qu'un champ de glace, extrémité supérieure du grand glacier qui recouvre la montagne dont il laboure et ruine les flancs dans son lent mouvement de progression descendante jusqu'au bas à droite. A 700 pieds environ du sommet se trouve une crevasse d'une largeur variable de 5 à 50 pieds et de profondeur inconnue; elle est visible d'un mur à l'autre du glacier qu'elle traverse dans toute son étendue. Il n'y a pas moyen de l'éviter; on ne peut atteindre le sommet sans la traverser. M'appuyant résolûment sur mon bâton à l'endroit le plus favorable que je pusse trouver, je m'élançai au-dessus du gouffre et j'allai retomber sans accident sur le talus à 2 ou 3 pieds plus haut, puis de là, avec mon bâton, j'aidai aux autres à la traverser. Le dernier mouvement de 15 pieds avait considérablement changé l'aspect de la montée. La crevasse était passée, il est vrai, mais nous nous trouvions directement au-dessous d'une muraille de glace et de rochers de 500 pieds de haut et dont d'énormes masses, détachées par l'action directe de la chaleur solaire, se précipitaient vers nous avec une rapidite effrayante. Pour les éviter, il nous fallut longer le bord supérieur de la crevasse pendant un certain temps et puis tourner pour gravir obliquement le reste d'une pente très-raide qui n'exigea pas moins de deux heures de rudes efforts et de fatigues quoiqu'elle n'eût que 700 pieds de haut. La chaleur et l'éclat des rayons solaires, réfléchis sur ces surfaces glacées, à une distance de 2 pieds seulement de nos visages, nous firent beaucoup souffrir; la respiration était difficile, mais en approchant du sommet, tout sentiment de faiblesse s'évanouit, et ce fut avec la joie du triomphe que nous sautâmes enfin sur le pinacle de la plus haute montagne de l'Amérique septentrionale.

» Le sommet fut atteint à peu près au centre du mur circulaire qui constitue sa plus grande altitude; il était si étroit qu'il nous fut impossible de nous y tenir debout. Sa face nord est un escarpement de plusieurs milliers de pieds de hauteur. Je ne pus que me coucher sur le côté et, en me retenant fortement aux rochers,

regarder l'épouvantable profondeur qui se trouvait au-dessous de moi. A quelques toises à l'ouest se trouvait un point de 40 à 50 pieds plus élevé au sommet duquel nous grimpâmes et d'où nous découvrîmes qu'à 40 ou 50 toises à l'est s'en trouvait un autre encore plus haut ; c'est le point culminant de toute la montagne. Nous retournâmes en arrière le long de la crête escarpée et, dans quelques minutes, nous fûmes debout au sommet du pinacle le plus élevé. Nous trouvâmes son altitude de 17,640 pieds, l'eau étant en ébullition à 180° du thermomètre Fahr. à 40 pieds au-dessous du sommet. C'est une dépression thermométrique de 32° Fahr. D'après cette observation, le mont Hood est plus haut qu'aucune montagne d'Europe ou de l'Amérique du Nord.

» La vue dont on jouit au sommet est magnifique. Du sud au nord, la ligne entière de la chaîne des Cascades, du Pic Diamond au Rainier, se présente à la fois sous les yeux à une distance qui n'est pas inférieure à 400 milles. Dans l'intervalle de cette distance sont les monts Saint-Helen's, Baker, Jefferson et les Trois Sœurs, qui avec le mont Hood font huit pics couverts de neiges perpétuelles. A l'est, les montagnes Bleues sont en vue ; entre elles et nous s'étendent les vastes plaines arrosées par les rivières des Chutes, John-Day's et Umatilla. A l'ouest, les crêtes de la chaîne côtière couronnée de pins se détachent clairement sur le ciel ; à leurs pieds s'étend la magnifique et calme vallée de Willamette où coule jusqu'à l'Océan la rivière Columbia qui, comme une large ceinture d'argent, tranche sur le manteau toujours vert de la vallée. Entre ces limites on distingue une infinie variété de vallées, de lacs et de prairies au milieu desquelles s'élèvent une multitude de montagnes abruptes ou gracieusement arrondies dont les sommets se fondent les uns dans les autres. Ce n'est qu'à regret que nous nous décidons à la fin à quitter ce spectacle et à prendre le chemin du retour.

» La descente n'offre pas moins de danger qu'en montant pour traverser la grande crevasse, mais elle s'effectue beaucoup plus rapidement. Nous nous approchons maintenant de la gorge où le moindre faux pas peut nous précipiter dans des abîmes sans fond. Il nous faut moins d'une demi-heure pour refaire le chemin

qui a exigé deux heures à la montée. Nous nous arrêtons un moment sur le bord supérieur de la crevasse que nous retraversons à un endroit où elle a 8 pieds de large. J'avais pris un tel élan en sautant que je ne pus me retenir sur l'autre bord et je glissai très-loin sur la glace dont la déclivité était considérable.

» Dans l'espace de deux heures et demie nous étions revenus du sommet à notre campement. . . . . » (*Amer Jour. of Sc.*, 2ᵉ sér., t. LXIII, pp. 416-419. May, 1867.)

— Le 26, 1 h. du matin, à Porto-Rico (Antilles), fort tremblement qui ne dura pourtant que quelques secondes, mais qui inspira de grandes craintes en rappelant que c'était le jour anniversaire de la ruine de Santa Anna.

— Le 26, 7 h. du matin, à Trecastagni, fort tremblement d'environ quatre secondes de durée. A 7 h. 12 m., tremblement moins fort, mais de cinq secondes de durée, et à 7 h. 18 m., une troisième secousse très-légère et de courte durée.

» Depuis ce jour jusqu'au 8 août, m'écrit M. Mariano Grassi d'Acireale en m'envoyant le journal, il ne s'est pas passé un seul jour sans qu'on y ressentît encore une ou deux secousses. L'épouvante était extrême et générale : on a couché en plein air. Le phénomène, de caractère purement volcanique, était restreint uniquement à cette zone au pied de l'Etna. Pedara, Viagrande, Nicolosi, Zaffarana Etnea, communes très-voisines de Trecastagni, n'ont rien ou presque rien ressenti.

» Notez qu'au moment de la première secousse du 26 juillet le cratère de l'Etna, d'où s'échappaient d'immenses colonnes de fumée, cessa tout à coup de fumer. Pendant presque tout le temps qu'a duré cette série de secousses, le volcan n'a plus exhalé de vapeurs, mais très-souvent, d'heure en heure, *ad ora ad ora*, ajoute M. Grassi, il a fait entendre de sourds mugissements et un grand fracas intérieur. On a d'ailleurs observé une espèce de frémissement du sol, très-léger, mais presque continu dans les jours de cette période. Toutefois il était si peu sensible qu'il fallait être assis ou en repos pour le remarquer. »

Le 27, heure non indiquée, à Trecastagni, une forte secousse ondulatoire de l'est à l'ouest et de six secondes de durée.

Le 28, à 2 h. du soir et à 7 h., deux petites et courtes secousses.

Le 29, vers midi (*alle ore 12 circa*), une nouvelle secousse.

Le 30, 4 h. du soir, autre secousse légère.

Le 31, deux légères secousses, l'une à 2 h. du matin et l'autre à 3 h. du soir. (La suite au mois d'août.)

— Dans ce mois finit l'éruption du Kilauea. (Voir au 31 août suivant)

— Le *Galignani's Messenger*, dans un des derniers numéros du mois d'août, dit, à propos d'Acapulco, que les fréquents tremblements de terre font tomber les *pods* (gousses) de coton avant que la fibre soit bien formée. (M. Ant. d'Abbadie, membre de l'Institut.)

Août. — Le 1er, vers 2 h. du soir, à Trecastagni, une petite secousse qui s'est renouvelée à 8 heures.

Le 2, 4 h. du matin, autre secousse légère.

Le 3, 3 h. du soir, une légère secousse.

Le 4, vers 1 h. du matin et à 5 h. du soir, deux petites secousses.

Le 5, 7 h. du matin, une secousse semblable aux deux de la veille.

Le 6, 9 h. du matin, autre secousse semblable.

Le 7, 6 h. du matin, encore une secousse pareille.

Le 8, 10 h. du matin, une faible secousse qui fut la dernière.

— Le 2 et le 6 (21 et 25 juillet, v. st.), à Céphalonie, tremblements. (M. Schmidt.)

Le 7, à Gradatz (Bosnie), tremblement violent; beaucoup de dégâts, mais pas de morts. (M. Ant. d'Abbadie, d'après le *Galig. Mess.*, du 31 août.)

Le 13 (le 1er, v. st.), à Céphalonie, nouveau tremblement. (M. Schmidt.)

Nuit du 13 (*sic*), des flammes sortent de la mer près du volcan Georges Ier. (*Vide infrà.*)

Le 14 (le 2, v. st.), à Chalcis, à Athènes et à Kalamaki, tremblements.

Le 15 (le 3, v. st.), à Kumi et à Athènes, tremblement.

Le 16 (le 4, v. st.), à Chalcis, tremblement. (M. Schmidt.)

Le 18 (n. st.), 10 h. $^1/_2$ du matin, à Magnésie (Anatolie), une faible secousse.

Le même jour, 11 h. du matin, à Smyrne, une secousse du SO. au NO. (*sic*). (*La Turquie,* 30 août.)

Le 18 encore (le 6, v. st.), dans la nuit (*sic*), à Argostoli (Céphalonie), douze secousses successives.

Dans l'espace de trois mois (dates non indiquées, on y en a encore ressenti dix assez fortes. (*La Grèce,* du 28 février 1867.)

Le 19 (le 7, v. st.), en Crète, tremblement. (M. Schmidt.)

Le 26, 5 h. du matin, à Zante, une secousse.

Dans une lettre, adressée à l'Académie des sciences, M. le docteur De Cigalla donne de nouveaux détails sur les phénomènes volcaniques de Santorin, pendant le mois d'août.

« Quant au volcan, dit-il, il suit avec plus d'énergie sa marche régulière.

» Le $^6/_{18}$ du mois courant, une forte détonation fit sauter une partie du sommet de Georges Ier, formée de lave scoriacée et incandescente : en peu d'heures elle fut remplacée par d'autre lave de même nature. En faut-il conclure que le volcan nous prépare quelque forte éruption ? Les huits îlots dernièrement émergés sont réduits, par leur réunion du nord au sud, à deux qui continuent de porter le nom de *Membliarie* et de *Battie*, et semblent grandir lentement, sans vapeur ni chaleur. Il y a quelques jours que la mer voisine de Palaea-Cammène est bourbeuse et plus ou moins colorée en vert-jaune. Sur l'Aphroëssa, qui est presque tout à fait refroidie, on ne trouve plus que des fumerolles. Georges Ier continue à grandir sensiblement, surtout vers le sud, avec un abondant dégagement de vapeur. Le $^5/_{17}$, le $^6/_{18}$ et le $^9/_{21}$ du mois dernier, eurent lieu dans cet endroit plusieurs détonations du fond de la mer.

» La nuit du $^1/_{13}$ du mois courant (*août*), on vit aussi des flammes apparaître sur la surface de la mer en ce même lieu.

» Il y a une vingtaine de jours [1] que, au nord-ouest d'Épano-

[1] Les *Comptes rendus* ne donnent malheureusement pas la date de la lettre A. P.

merie de Santorin, et au nord de Thérasie, on voit sortir du fond de la mer une quantité de bulles gazeuses. Ce phénomène s'est produit aussi plusieurs fois avant cette éruption, mais par intervalles; cette fois, il continue à se manifester sans interruption, et les bulles sont en plus grand nombre.

» Me trouvant dernièrement (*sic*, pas de date encore, A. P.) aux îles Christianes, situées dans la mer de Candie, presque à quinze milles anglais au SO. du volcan, je fis l'observation que les bruits souterrains s'y font aussi fortement entendre qu'à Santorin, et que le sol des Christianes frémit à chaque détonation du volcan, aussi bien que celui de Santorin, tandis qu'il n'en est pas ainsi à Policandro, à Sikino, à Nio, etc., qui sont à peu près à la même distance du volcan, mais non pas dans la même direction que les Christianes. On a aussi observé que les petits tremblements de terre, qui eurent dernièrement lieu à Santorin, furent sentis en même temps aux Christianes et à Candie, et non pas dans les autres îles telles que Sikino, Nio, Namfio, etc. Y aurait-il communication entre notre volcan et l'île de Candie? Tous les tremblements de terre qui naissent à Candie se font toujours sentir à Santorin avec plus d'intensité que dans les autres îles placées dans la même ligne parallèle. » (C. R., t. LXIII, p. 612, séance du 8 octobre 1866.)

Dans une lettre, datée de Santorin, le 5 mars 1867, et adressée à M. Ch. Sainte-Claire-Deville, M. Fouqué écrivait au sujet de l'îlot du Roi Georges :

« Le cratère, nettoyé au mois d'août dernier par une grande explosion, est de nouveau rempli par un champignon de lave scoriacée. » (C. R., t. LXIV, p. 667.)

Le même auteur a publié dans la *Revue des deux Mondes*, n° du 15 janvier 1867, pp. 470-490, un article sur les anciens volcans de la Grèce. J'y lis en note p. 481 : « Enfin cette année, l'îlot principal, celui qu'on a appelé Georges, ayant commencé à paraître au début de l'éruption dans les premiers jours de février, s'est présenté pendant six mois sous l'apparence d'une éminence conique sans ouverture considérable. Les projections et les dégage-

ments de gaz avaient lieu seulement par d'étroites crevasses. Il y a quelques semaines seulement qu'on y observe un véritable cratère creusé subitement à la suite d'une violente explosion qui en a projeté toute la partie centrale. La première période éruptive y est accomplie, la seconde vient de commencer. » N'est-il pas à regretter que l'auteur se soit contenté de ces vagues expressions : *il y a quelques semaines seulement?* Les dates n'ont-elles pas leur importance aux yeux d'un savant tel que M. Fouqué qui, en général, me semble les négliger un peu trop?

— Le 6, entre 8 et 9 h. du matin, dans l'île de Porto-Rico, tremblement.

Le 7, dans la matinée, une nouvelle secousse.

— Le 8, à Moettling (Carniole), tremblement très-fort et de trois à quatre secondes de durée. (M. Boué.)

— Le 9, à Guatemala, une forte secousse.

— Le 11, vers minuit, au Monte Baldo, détonation et secousse. Plus d'une centaine encore dans le reste de la nuit. Presque quotidiennes jusqu'à la fin du mois. (Voir à la fin d'avril précédent.)

— Le 12, entre 4 et 5 h. du matin, à Caracas, bruits souterrains. Dans la même matinée, entre 8 et 9 h., deux légers mouvements du sol.

— Le 13, 9 h. du matin, à Florence, une légère secousse ondulatoire de quelques secondes de durée. (*Journ. de la Meurthe et des Vosges*, 19 août.)

Le 18, 5 h. (*sic*), à Sienne, une secousse ondulatoire du NE. au SO. et de quatre secondes de durée.

Le 23, 3 h. du matin, à Catanzaro, une secousse ondulatoire du sud au nord. (Mme Scarpellini.)

— Le 20, l'ascension du mont Hood (Orégon) a été effectuée par M. A. Wood qui en a fait à l'Académie californienne un rapport que je reproduis d'après le *Courrier de San Francisco*, du 29 septembre suivant :

« Le 20 août dernier, dit-il, en compagnie du docteur Atkinson, de Portland, du Rév. J. Oeardoff, de Walla-Valla, et de trois autres,

j'arrivais au sommet du mont Hood. Notre dernier campement avait été sur le sommet de la chaîne des Cascades (Cascade-Range). De là au point où nous nous trouvions, il y a onze milles d'une montée fatigante dont la rapidité augmente à mesure que l'on approche du sommet.

» Le jour était sans nuage; un vent du SE. chaud et violent amollissait la surface de la neige et favorisait notre ascension, quoiqu'il nous causât beaucoup d'anxiété par la crainte où nous étions de le voir détacher quelques-unes des prodigieuses masses de neige suspendues au-dessus de nos têtes. Nous avions quitté le camp à la pointe du jour; neuf heures et demie plus tard, à deux heures de l'après-midi, nous étions au sommet. Notre appareil pour mesurer les hauteurs se composait de deux baromètres (anéroïdes), d'un thermomètre, d'une tasse d'étain et d'une lampe à esprit-de-vin. Les deux baromètres ne purent nous servir, ils n'étaient pas faits pour de telles hauteurs; mais nous fîmes bon usage de notre thermomètre.

» L'ascension fut excessivement difficile et non sans danger. Les longues chaleurs de l'été avaient produit leur effet sur la neige et ouvert des crevasses d'une profondeur invisible le long de notre chemin. Nous examinâmes plusieurs de ces crevasses sans pouvoir découvrir autre chose que deux murs solides d'une glace bleuâtre, puis l'obscurité la plus noire. Nous pûmes entendre le bruit de l'eau roulant apparemment en torrent. Il nous fut impossible d'éviter de traverser une de ces crevasses; celle-ci avait un mille de long sur une largeur variant de 10 à 100 pieds. Nous la traversâmes à l'endroit le plus étroit, bien entendu, et à l'aide d'une corde et de nos bâtons ferrés. Enfin, étourdis, haletants, exténués, nous nous traînâmes cependant jusqu'à la crête de ce monarque des montagnes.

» Le sommet, en forme de croissant, est de dimensions très-limitées; un demi-mille de longueur et de trois à cinquante pieds de largeur. C'est une place effrayante : au nord, la roche tombe à pic, présentant un mur vertical d'un mille de hauteur. Ce point s'élève si fort au-dessus de tout ce qui l'environne que, à l'excep-

tion des quatre pics neigeux dans le lointain au nord, et du mont Jefferson au sud, le pays semblait s'abaisser à un niveau uniforme et l'horizon s'éloigner à plus de deux cents milles, découvrant presque tout l'Orégon et le territoire de Washington. Il faut laisser au lecteur le soin d'imaginer la sublimité de ce spectacle. Une gorge d'une profondeur énorme, qui plonge le long du flanc SE. de la montagne, était en partie remplie par un glacier évidemment en motion, et se terminant au-dessous d'une façon très-abrupte. Des moraines latérales indiquaient la marche du glacier sous lequel s'échappait un torrent.

» Tandis que nous considérions ce spectacle, une avalanche de rochers, masse immense détachée par le vent, roula en grondant le long des flancs de cette gorge, soulevant sur son passage un nuage de fumée blanchâtre. A l'ouest de l'ancien cratère, à la base d'un énorme pinacle de rochers escarpés, se trouve encore un abîme ouvert d'où s'échappent constamment des volumes d'une fumée fortement sulfureuse. La chaleur qui existe à cette place est rendue évidente par l'immense dépression de la neige qui s'affaisse là de plus de mille pieds au-dessous de celle qui remplit jusqu'au bord les autres parties de l'ancien cratère.

» Nos baromètres étant, comme je l'ai dit, devenus inutiles à cette hauteur, il nous fallut nous contenter de notre thermomètre tout seul. Il nous servit à constater le degré de l'eau bouillante, à quatre stations différentes : au campement, sur le sommet du Cascade-Range, 204 degrés Fahrenheit; à la limite des derniers arbres, 195 degrés et demi; à la limite de toute végétation apparente, 192 degrés; et enfin au sommet où, après les efforts les plus persévérants, à cause de la violence du vent, nous réussîmes, à l'aide de la lampe à esprit-de-vin, à changer une partie de neige en coupe d'eau bouillante, le mercure se tint ferme dans la coupe à 180 degrés. Ces divers résultats, changés en pieds d'élévation, suivant les règles universellement adoptées, indiquent ainsi qu'il suit les différentes hauteurs : Cascade-Range et pied du mont Hood proprement dit, 4,400 pieds; limite des forêts, 9,000 pieds; dernière limite de la végétation, 11,000 pieds, et sommet de la montagne, 17,000 pieds.

» Nous espérons que l'on pourra obtenir plus tard la preuve de ces calculs à l'aide du baromètre et de la triangulation. En attendant, nous avons adopté l'estimation ainsi faite comme la hauteur de ce pic sublime, et nous accordons au mont Hood l'honneur d'être le point le plus élevé des États-Unis, sinon de l'Amérique du Nord. »

— Le 21 (n. st.), 8 h. du matin, à Kopat (partie orientale de la steppe Kirghise), tremblement dans la direction du SO. (*sic*). Il n'a pas duré plus d'une minute et il a été suivi d'un bruit souterrain et d'un craquement avec ébranlement assez sensible. « Il m'est inconnu, ajoute l'observateur, M. J. Roussanoff, de Kopat, jusqu'à quel point cet ébranlement a été sensible dans d'autres endroits. Dans le courant de juin, le temps, à Kopat, a été serein et d'une chaleur excessive. Depuis le mois d'août, tous les jours à peu près, il s'assemblait de gros nuages, qui s'étendaient sur les sommets des monts Alatau. Depuis la date du 7 (v. st.), le temps s'est éclairci de nouveau, mais les montagnes se couvraient comme d'un brouillard ou d'une fumée, de sorte que le soleil, particulièrement au coucher, avait la couleur rouge.

» L'année passée, il y a eu trois tremblements de terre à Kopat. » (M. Osten-Sacken.)

— Le 24, dans l'Australie méridionale, tremblement. (M. Boué.)

— Le dimanche 26, à Saint-Maixent, tremblement que la *Gazette de France*, du 5 septembre, signale sans date précise, de la manière suivante : « On parlait dimanche à Saint-Maixent, dit le *Courrier de la Vienne*, d'un tremblement de terre qui aurait eu lieu dans cette ville et qui aurait occasionné, entre autres avaries, la chute d'une haute cheminée. Nous manquons de détails. »

— Le 28, à Dunedin (Nouvelle-Zélande), une faible secousse, précédée d'éclairs quelques minutes auparavant et suivie d'un fort coup de vent du SO. peu après. La secousse n'a duré que trois secondes; elle était de nature vibratoire, comme le frémissement que cause une lourde voiture.

— Le 31, le rév. missionnaire américain, M. Titus Coan, écri-

vait de Hilo (Hawaï) à M. James D. Dana une lettre dont voici la traduction :

« Je vous ai écrit, le 27 février, au sujet d'une éruption du Mokuaweoweo sur le Mauna Loa. C'était à la fin de décembre 1865 (*the last*) que nous l'avons remarquée pour la première fois, et depuis, nous avons continué à voir la lumière et la fumée jusqu'à la fin d'avril; cette éruption a donc duré quatre mois. Cependant j'ai appris de M. Richardson, qui tient un bon hôtel à Kilauea, que de là il avait vu plusieurs fois (*occasionally*) de la vapeur s'élever de ce cratère pendant tout le mois de mai. Maintenant il est complétement éteint, et quoique, pendant deux mois, son activité ait été grande et sa lumière brillante, les laves n'ont jamais coulé par-dessus le bord du grand cratère, ni ne se sont épanchées latéralement. Comme dans la plupart des éruptions au Kilauea, l'action est restée confinée entre les parois du vieux cratère.

» En mai, en juin et en juillet, l'activité a augmenté au Kilauea. Elle a souvent été intense et violente. Le vieux lac du sud (Halemaumau) a débordé plusieurs fois, et une chaîne de lacs, trois, quatre, et quelquefois cinq ou six, se sont ouverts sur une ligne courbe du NO. au N. ou au NE. du vieux lac. L'action dans cette chaîne de lacs a souvent été violente. Des jets de lave ont été lancés à 50, à 100 et à 200 pieds de hauteur; les lacs ont débordé et des rivières de feu se sont précipitées, au nord et à l'est, le long des murailles du cratère, balayant tout sur leur passage jusqu'au delà des bancs de soufre qui se trouvent à l'est. Cette ligne courbe d'activité a environ quatre milles de long et le courant igné avait, en divers endroits, un demi-mille de large. Les nouveaux dépôts forment des strates de 50 à 100 pieds d'épaisseur. Des cônes et des dômes de lave s'y sont aussi élevés et d'immenses crevasses, encore béantes, arrêtent le voyageur qui veut traverser le fond du cratère. A différentes époques, et quelquefois pendant plusieurs jours, la coulée de feu a intercepté le passage par lequel les visiteurs descendent dans le cratère et y a tout à fait fermé l'entrée de la route ordinaire. Beaucoup de ceux qui y sont allés

ont été obligés de rester au bord et de regarder de là les vagues qui se soulevaient dans le cratère, sans pouvoir y descendre.

» Plusieurs fois des secousses de tremblement de terre ont détaché des blocs de rochers, des murailles du cratère, les ont fait rouler jusqu'au fond comme des avalanches et ont effrayé les spectateurs.

» Pendant toute cette action qui s'est étendue à plus de la moitié du contour du cratère, le plateau élevé, qui en forme l'aréa centrale, est resté complétement calme, sans que rien y soit changé, à moins pourtant, ce qui est probable, qu'il n'ait été soulevé tranquillement par les forces inférieures. Cette espèce de table, élevée au centre, a été pendant des années à une hauteur de deux cents pieds au-dessus de l'aire circulaire qui l'environne et la sépare des murs extérieurs. Récemment, depuis quelques semaines, l'activité s'est affaiblie au Kilauca, mais nous ne sommes pas sûrs qu'il ne s'y manifestera pas une nouvelle recrudescence à quelque époque plus ou moins éloignée.

» Depuis 1840, le fond du Kilauea s'est fortement soulevé et rempli sur une vaste étendue. Si vous le visitiez maintenant, vous n'y reconnaîtriez plus rien que les murailles extérieures et les régions environnantes. Intérieurement, *tout* y est changé, tout y est nouveau. Les laves sont maintenant plus hautes dans le cratère qu'avant la grande éruption de 1840. Les parois pourraient-elles soutenir la pression jusqu'à ce que le gouffre immense soit rempli et déborde par-dessus ses murailles, ou se fendraient-elles pour donner un passage latéral à la matière en fusion comme en 1840? C'est ce qui reste à voir. Ou bien, l'éruption du Mauna Loa, qui a cessé à la fin d'avril dernier, a-t-elle eu quelque influence sur l'accroissement d'activité qui s'est manifesté au Kilauca en mai, en juin et en juillet? C'est ce que je laisse à déterminer aux géologues. » (*Amer. Journ. of sc.*, 2ᵉ sér., t. LXIII, pp. 264-265, mars 1867.)

— On lit dans la *Correspondencia*, du 10 septembre : « Les habitants de la Corogne ont été surpris par un phénomène qu'a causé sans doute quelque tremblement de terre sous-marin. La

vieille roche connue sous le nom de la Marola a complétement disparu après s'être heurtée contre la roche connue sous le nom de la Sanimas, et entre les roches qui entourent le fort de San-Anton, il s'est ouvert une anse capable de donner entrée à une douzaine de petits navires. » (*Moniteur*, 13 septembre.)

Septembre. — Le 1er, 8 h. ½ du soir, à Niort (Deux-Sèvres), secousse paraissant venir de l'ouest, avec bruit pareil à celui d'un train de chemin de fer et qui a duré quelques secondes. Le même phénomène aurait été observé, dit-on, à Saint-Maixent, à La Mothe-Saint-Héraye, à Granzoy, à Magné, etc.

Le 13, 9 h. ¾ du soir, dans le comté d'Exeter, deux secousses. Une correspondance de l'*Exeter Gazette* écrit d'East Budleig : « Jeudi soir, on a ressenti ici deux secousses distinctes à dix heures moins un quart. Les fenêtres de ma chambre se sont violemment agitées. Cinq minutes environ se sont écoulées entre les deux secousses : la seconde a été la plus violente; je crois que c'était un tremblement de terre. Cependant, la nuit était calme. Les habitants ont également senti les secousses. Le tremblement de terre en France a eu lieu le vendredi matin de très-bonne heure. Il est possible qu'il y ait eu coïncidence entre les deux perturbations souterraines d'Angleterre et de France. » (*Moniteur,* 20 septembre.)

M. Boué me les signale comme ayant eu lieu le 5 dans le Devonshire.

— Le 14, vers 2 h. du matin, sur plusieurs points de la France, une première secousse.

Vers 5 h. 10 m. du matin, tremblement ressenti dans un grand nombre de départements. On trouvera de nombreux détails dans les *Comptes rendus*, t. LXIII, pp. 504-506, avec une carte par M. Rayet; p. 507, par M. Élie de Beaumont; p. 572, par M. Moll.

A ces détails j'ajouterai les suivants :

M. Duguet écrit de La Châtre (Indre) à M. Barral, le 14 : « Ce matin, à 5 heures, les habitants de La Châtre ont été effrayés par une forte secousse de tremblement de terre qui a duré 4 à 5 secondes. Je crois avoir senti le mouvement de l'est à l'ouest.

Quelques cheminées ont été démolies. » (*Journal de l'Agriculture*, t. I, p. 414).

M. l'ingénieur Cirodde a constaté le phénomène à Arcachon (Gironde). « Le lit dans lequel j'étais couché, écrit-il, a éprouvé plusieurs fortes oscillations qui, d'après sa position et l'orientation de la maison, me paraissent avoir été dirigées à peu près du SSE. au NNO. Quant à l'heure à laquelle le phénomène s'est produit, je ne puis la préciser exactement, mais les trois autres personnes, qui ont, dans la même maison, ressenti avec moi la secousse, pensent qu'il devait être au plus 4 h. $^1/_2$; il faisait à peine jour. » (*Ann. de la Soc. météor.*, t. XIV, p. 146.)

A Vendôme, M. Renou a été réveillé, à 5 h. 5 m., par la secousse principale qui s'est composée de deux parties distinctes, à 3 ou 4 secondes d'intervalle, dont chacune a présenté plusieurs oscillations. Un très-petit nombre de personnes, mais suffisant pour qu'il y ait certitude, ont ressenti une première secousse, très-légère, *vers une heure* du matin. (*Ibid.*, p. 147.)

A Angoulême, les deux secousses se sont fait sentir de l'est à l'ouest, à quelques secondes d'intervalle et ont été accompagnées d'un craquement semblable à celui du bois que l'on fend. Chacune a duré quelques secondes. Le baromètre a baissé de six millimètres. Le thermomètre n'a pas varié. Les eaux de la Charente ont baissé de cinq centimètres au moment de la secousse et n'ont repris leur niveau que vers 6 h. du matin. (*Moniteur*, 16 septembre.)

A Clermont, une partie des murs de la poudrière se sont écroulés. (*Le Pays*, 16 septembre.)

Quant à l'étendue du phénomène, M. Rayet n'en donne pas les véritables limites, au moins à l'ouest et à l'est. A Lorient (Morbihan), M. Guieysse, directeur des constructions navales, a remarqué la secousse accompagnée de bruit, vers 4 h. $^1/_2$ du matin; il était éveillé, une porte de sa chambre s'est ouverte, il s'est levé. D'autres personnes s'en sont aussi aperçues et me l'ont signalée le jour même. Je me trouvais alors à Lorient, mais je n'ai rien senti.

Du côté de l'est, le mouvement s'est étendu dans le département de la Côte-d'Or. On l'a remarqué à Dijon et à Ouges, village à 5 kilomètres au SE. de la ville. Plusieurs personnes dignes de foi me l'ont assuré, à mon retour de Lorient, 8 à 10 jours seulement après le phénomène. Un de mes anciens élèves, M. le vicomte de Sarcus, a constaté à Bussy-le-Grand (Côte-d'Or), vers 5 h. du matin, trois oscillations successives de l'est à l'ouest; des meubles ont remué et des fenêtres ont craqué. Plusieurs personnes m'ont dit encore avoir remarqué le phénomène à Vitteaux et à Montbard.

— Le 1er (le 20 août, v. st.), à Kalamaki, tremblement.

Le 3 (le 22 août, v. st.) à Chalcis, tremblement. (M. Schmidt.)

Nuit du 14 au 15, à Zante, deux secousses, la première prolongée, mais sans force, la seconde, survenue peu de temps après, mais moins longue. (M. Vlasto.)

Le 16, on écrit de Syra : « Les phénomènes volcaniques de Santorin semblent avoir cessé d'attirer l'attention des savants. Cependant leur intensité s'est accrue dans ces derniers temps, et des éruptions, plus violentes que les précédentes, sont venues récemment encore répandre l'inquiétude parmi les habitants. Une détonation d'une violence extrême, et qui a été entendue à plus de cinquante milles à la ronde, a fait sauter ces jours-ci à une hauteur prodigieuse le sommet conique de l'îlot Georges Ier. C'est principalement sur ce point, toujours en feu et en mouvement, que semble s'être concentrée aujourd'hui toute la force du volcan sous-marin.

« L'îlot d'Aphroëssa, qui s'est soulevé dernièrement, reste inerte et refroidi dans toute son étendue. Un peu de fumée, qui s'échappe en quelques endroits autour du cratère éteint, indique seule aujourd'hui l'origine de son apparition.

» Les huit îlots, qui avaient paru séparément et à des moments différents au milieu des îles de Néa-Kamméni et de Palaea-Kamméni, se sont réunis presque complétement du nord au sud. Leur masse, toute volcanique et d'un caractère particulier, va croissant tous les jours d'une manière insensible et sans manifes-

tation aucune de chaleur ni de vapeur. » (*Moniteur* du 1er octobre.)

Le 18 et le 19 (le 6 et le 7, v. st.), à Chalcis et à Céphalonie, tremblements. (M. Schmidt.)

Du 21 au 25, à Ouchak (2° de long. E. de Smyrne), secousses tous les jours. Pas de détails.

Le 26, 2 h. du matin, à Constantinople, quelques secousses. (M. Ritter.)

Le 27 (le 15, v. st.), à Chalcis, tremblement. (M. Schmidt.)

A la fin d'une communication archéologique, faite à l'Académie des sciences dans la séance du 15 octobre, M. De Cigalla ajoute : « Quant au volcan en action, il continue toujours sa marche régulière, mais chaque jour avec plus d'intensité. Georges Ier, auquel se borne presque toute l'énergie volcanique, va toujours en s'agrandissant, particulièrement de l'est à l'ouest; le phénomène est accompagné d'un bouillonnement de la mer et d'émanations de vapeurs blanches et floconneuses. » (C. R., t. LXIII, p. 644.)

D'après une communication de M. Delenda, « Sur l'état éruptif actuel de la baie de Santorin, » les phénomènes ont toujours gagné en intensité depuis le milieu du mois de mai. (*Ibid.*, p. 732, séance du 29 octobre.)

— Le 5, 5 h. du matin, à La Porte, à Rowland Flat, à Saint-Louis et à Port Wine (Californie), une forte secousse de l'est à l'ouest.

— Le 7, commencement d'une éruption terrestre et sous-marine qui a eu lieu dans la mer du Sud, dans les îles désignées sur les cartes sous le nom général de Maouna, et qui forment un groupe dépendant de l'archipel des Navigateurs. Nous extrayons les détails suivants d'une lettre écrite, le 29 novembre 1866, par M. Georges Turner, missionnaire dans cet archipel, et datée de l'île de Samoa :

« Le 7 septembre, les naturels de To-Hou et d'Olo-Singa ressentirent un tremblement de terre dont les secousses étaient de quatre par heure.

» Dans la nuit du 9, il y eut trente-neuf oscillations. Bien que

les îles soient toutes de nature volcanique, les habitants furent alarmés par le phénomène qui, de mémoire d'homme, se produisait pour la première fois.

» Le 12, dans l'après-midi, une commotion fut observée dans le fond de la mer, à un mille et demi d'Olo-Singa et à trois et demi de To-Hou; elle dura toute la journée, ainsi que la matinée du lendemain.

» Cette éruption, qui faisait l'effet de vagues se brisant contre un rocher sous-marin, se répéta le 15, jusqu'à cinquante fois par heure.

» Ce fut pendant trois longs jours une suite continuelle d'explosions qui s'élevaient en colonnes épaisses de boue et de matières volcaniques jusqu'à deux mille pieds au-dessus de la mer, au grand ébahissement des indigènes, spectateurs de cette scène grandiose.

» Des nuages de poussière et de fumée obscurcissaient le ciel et interceptaient la vue entre les îles d'Ola-Singa et de To-Hou; des fragments de nombreux rochers, couverts d'une lave brillante, étaient lancés dans les airs; il n'y avait pas de flammes, et à peine deux ou trois fois distingua-t-on quelques étincelles de feu.

» La mer était violemment agitée et, sur une étendue de dix milles, illuminée d'une lumière phosphorescente. Beaucoup de poissons morts flottaient sur l'eau et étaient jetés sur la plage, et parmi eux se trouvaient des monstres de 6 à 12 pieds de long, dont les naturels du pays ignoraient le nom et l'existence.

» Après trois jours, les éruptions diminuèrent d'intensité.

» Le 11 novembre, elles étaient seulement au nombre de trois ou quatre par douze heures et les matières volcaniques n'étaient projetées qu'à 20 ou 30 pieds. Au plus fort de cette commotion terrible, qui s'est affirmée à terre par de violentes secousses, mais sans occasionner des crevasses dans le sol, les chefs des peuplades d'Olo-Singa convoquèrent un meeting, mais les oscillations rendant cette réunion difficile, ils se bornèrent à recommander à leurs sujets de prier chacun chez eux.

» Le lieu où s'est produit cet étonnant phénomène est, d'après

la carte de Dumont d'Urville, par 171° 52' de long. O. de Paris et par 14° 9' de lat. S. dans le détroit qui sépare les îles d'Olo-Singa et To-Hou, à un mille et demi de la première et à trois milles et demi de la seconde (le mille marin égale 1,851 mètres).

» A en juger par la végétation, il n'y avait pas eu d'éruptions depuis quatre-vingts à cent ans. (*Chronique du Tour du Monde*, n° 388, 8e année, 1867.)

— Le 10, 5 h. 48 m. du soir, à Caracas, tremblement très-court, précédé d'un bruit semblable au sourd roulement du tonnerre.

Le 15, midi, à Maracaïbo et Coro, fort tremblement.

— Le 11, 9 h. du soir (53 heures avant le tremblement de terre de Paris), à Esseg (Esclavonie), trois secousses de l'ouest à l'est. (L'*Union*, du 26 septembre.)

Nuit du 11 au 12, à Essegg (Hongrie), assez fort tremblement horizontal, de trois secondes de durée et suivi de deux faibles secousses de l'ouest à l'est. Le baromètre avait baissé de trois lignes avant ce tremblement et il a plu après. (M. Boué.)

— Le 19, midi, à Catanzaro, une secousse violente. (Mme Scarpellini.)

Le même jour, 8 h. 15 m. du soir, à Cosenza (Cal. citér.), une secousse ondulatoire d'une ou deux secondes de durée. La pluie cesse après le tremblement. (M. Scaglione, *l. c.*)

Le 22, 3 h. 30 m. du soir, à Cuneo et Asti, secousse d'abord verticale, puis ondulatoire. A S. Michele delle Chiese, 3 h. 32 m.; à Turin, 3 h. 40 m. et à Moncalieri, 3 h. 42 m. du soir, une secousse ondulatoire du SE. au NO. et de trois secondes de durée. La secousse a été ressentie aussi à Fossano, à Pinerolo, à Dogliani, à Mondovi et à Cassine. (Mme Scarpellini.)

Le 22, vers 4 h. du soir, à Turin, une légère secousse ondulatoire. On la signale comme ayant eu lieu à 3 h. à Menton. (*Union*, du 25, et *Moniteur*, du 27 septembre.)

— Le 23, 2 h. 1/4 du matin, à la Pointe-à-Pître (Guadeloupe), deux secousses dont une assez violente. (*Débats*, du 22 octobre.) La *Gazette de France*, du 20, donne la date du 22: « Le 22 septembre

dernier, dit-elle, neuf jours après le tremblement de terre qui s'est fait sentir à Paris..... » Or, celui-ci est du 14, celui de la Guadeloupe est donc du 23, comme le disent les *Débats*.

— Presque chaque jour, au Monte Baldo, détonations et secousses. (Voir au mois d'avril précédent.)

Octobre. — Le 3, 5 h. 4 m. du soir, à Zante, tremblement long et assez fort. (M. Vlasto.)

Le même jour (le 21 septembre, v. st.), à Céphalonie, tremblement signalé par M. Schmidt, sans indication d'heure.

Nuit du 3 au 4, à Koniah (Asie Mineure, méridien de Chypre), tremblement (M. Ritter). M. Boué me le signale comme ayant eu lieu en novembre, mais sans indication de jour.

Le 4 et le 5 (n. st.), à Céphalonie, nouveaux tremblements.

Le 6, 7 h. 15 m. du matin, à Zante, tremblement très-long.

Le même jour, heure non indiquée, à Céphalonie, tremblement nouveau.

Le 13 (le 1, v. st.), tremblement à Chalcis.

Le 19 (le 7, v. st.), à Patras, à Aigion et à Kalamaki, tremblement ressenti en même temps à Athènes.

Le 26 (le 14, v. st.), à Kalamaki, ἐν Σχοινοῦντι, tremblement.

Le 28, 1 h. 5 m. du soir, à Zante, léger tremblement avec bruit.

A la fin d'une nouvelle communication archéologique, présentée à l'Académie le 12 novembre, M. De Cigalla ajoute : « Le volcan de Cammène continue son évolution avec une intensité croissante. La butte incandescente de Georges Ier, qui a été lancée en l'air, vient d'être remplacée par d'autre lave de même nature, c'est-à-dire scoriacée et incandescente, laquelle ayant débordé vers le nord et le sud-ouest hors la cavité cratériforme s'est déployée de quelques mètres sur les flancs de Georges. Aussi, à chaque détonation, les flammes qui s'élèvent ne représentent plus une espèce de pyramide, mais elles prennent la forme d'un cône tronqué. Près des îlots d'Aesanie et de Battie, il semble qu'il va se former un autre îlot de cette même lave noire et compacte, qui maintenant dépasse à peine la surface de la mer. » (C. R., t. LXIII, p. 832.)

— Le 7, 6 h. 4 m. du matin, à Constantine (Algérie), tremblement léger. A Philippeville, vers 6 h. du matin, une secousse assez peu prononcée, car la plus grande partie de la population ne s'en est pas aperçue.

La nuit suivante, vers 3 h. du matin, une personne de Philippeville a entendu battre assez fortement, contre les parois d'une lampe-carcel, sa montre qu'elle suspend chaque soir à la clef de cette lampe. Tout était calme dans la maison et dans la ville. Au reste, cette personne a constaté plusieurs fois ces battements réguliers qui rappellent les observations que M. Prost a faites à Nice pendant plusieurs années et que j'ai reproduites dans mes catalogues.

Quelques jours après, à Philippeville, une nouvelle secousse. « Nous avons ressenti une secousse de tremblement de terre, dimanche dernier, 7 octobre, à 6 h. du matin, et nous en avons ressenti une autre beaucoup plus sensible ce matin à 3 h. 25 m. » (L'*Akhbar*, du 18 octobre, d'après l'*Africain* dont il ne donne pas la date.)

— Le 8, 1 h. 40 m. du matin, à Caracas et dans les environs, tremblement du SO. au NE. et de dix secondes au moins de durée, précédé d'un bruit souterrain semblable à celui que produit une voiture légère roulant sur le pavé. La température, élevée pour la saison, a baissé immédiatement et il y a eu une forte averse dans le milieu du jour.

— Le 13, 11 h. 1/2 du soir, à Foggia (Capitanate), une forte secousse. Tous les habitants ont quitté les maisons. Pas de dommages.

— Presque chaque jour, au Monte Baldo, détonations et secousses. (Voir à la fin d'avril précédent.)

Novembre. — Le 1er, au Monte Baldo, secousse et détonation qui se renouvelèrent encore le 7 et le 8. (Voir au mois d'avril précédent.)

— Le mercredi 7 (?), vers 1 h. du soir, à Kalamata, tremblement violent qui s'est renouvelé le vendredi à 7 h. 40 m. du soir. L'*Étoile d'Orient*, journal quotidien qui se publie à Péra (Constantinople), dit, dans son numéro du 10 novembre : « Un violent

tremblement de terre a eu lieu mercredi dernier, à Kalamata, vers 1 h. de l'après-midi. Il s'est renouvelé vendredi vers 7 h. 40 m. du soir. » Ces faits pourraient être du mercredi 31 octobre et du vendredi 2 novembre. M. Schmidt ne les mentionne pas, mais il indique le suivant :

Le 8 (le 27 octobre, v. st.), tremblement à Kumi.

Le 14, 10 h. du matin, à Samakof, tremblement. Samakof est situé dans la même vallée que Sophia et à 28 kilomètres au SE. (M. Ritter.)

Le même jour, 8 h. 42 m. du soir, à Smyrne, forte secousse par soulèvement. Deux minutes auparavant, souffla une forte rafale du SO. qui cessa tout d'un coup après la secousse.

Le 17, 10 h. du soir, et le 18, 9 h. 18 m. du soir, à Smyrne, une forte secousse du N. au S. chaque jour. (M. Rechad-Bey.)

Le 18 (le 6, v. st.), à Théra, tremblement dont M. Schmidt n'indique pas l'heure.

Le 19, 9 h. 48 m. du soir, à Smyrne, encore une forte secousse du N. au S. (M. Rechad-Bey.)

Nuit du 25 au 26, à Sophia, tremblement qui a causé plusieurs dégâts dans la ville. (M. Ritter.)

Les renseignements sur la continuation des phénomènes éruptifs dans la baie de Santorin me manquent pour ce mois.

— Le 8, à Valparaiso (Chili), une légère secousse.

— Le 18, 6 h. 50 m. du soir, à La Pointe-à-Pître, une secousse assez forte.

— Le 24, 5 h. du matin, à Yokohama (Japon), une forte secousse, accompagnée d'un bruit sourd, d'un roulement prolongé, semblable à de lointaines décharges d'artillerie. Les oscillations répétées ont promptement réveillé les habitants qui ont pu quitter leurs demeures sans être atteints par la chute des meubles et de quelques cloisons; mais plusieurs maisons, fortement ébranlées dans leurs fondements, ont eu des murs lézardés, des tassements, des charpentes disjointes et d'autres avaries qui leur ont été funestes dans le terrible incendie par lequel la ville presque tout entière a été détruite le 26, jour où a éclaté un typhon.

— Le 28, 8 h. 30 m. du matin, à Fiume, deux secousses

consécutives, ondulatoires du NNO. au SSE. (Mme Scarpellini.)

Le 29, 8 h. 25 m. du matin, à Adelsberg (Carniole), tremblement qui m'est signalé par M. Boué, d'après le *Zeits. oester. Gesells. f. Meteor.*, t. II, 1867, p. 77.

— Vers la fin du mois, à Honolulu (Sandwich), tremblement mentionné sans détails par le *Courrier de San Francisco,* du 10 janvier 1867.

Décembre. — Nuit du 30 novembre au 1er décembre, à Fiume (Croatie), plusieurs secousses.

Le 3, 9 h. du soir, deux nouvelles secousses consécutives, la seconde très-forte. On n'y en avait pas ressenti d'aussi intense depuis 1830. (M. Boué.) Mme Scarpellini n'y signale qu'une assez forte secousse ondulatoire du NNO. au SSE.

Le 15, 3 h. 45 m. du matin, à Fiume encore, mugissement souterrain sans secousse. A 6 h. 15 m. (*sic,* du matin?), une secousse violente dans la même direction du NNO. au SSE. que la première. (Mme Scarpellini. Obs. de M. Peterin.)

— Le 1er, entre 8 et 8 h. 1/4 du matin, à Saint-Georges, près de Presbourg (Hongrie), deux fortes secousses, avec bruit sourd comme celui du vent et dirigé du S. au N. (M. Boué.)

— Le 1er encore et le 2 (le 19 et le 20 nov., v. st.), à Zante, tremblements signalés par M. Schmidt, mais non mentionnés par M. Vlasto.

Le 4 (le 22 nov., v. st.), tremblement signalé par M. Schmidt comme ayant eu lieu ἐν Ἰωαννίνοις, c'est-à-dire à Janina, en Épire.

Le 6, 6 h. 25 m. du soir, à Salonique, une forte secousse ondulatoire du N. au S. (M. Ritter.)

Le 9 (le 27 nov., v. st.), à Zante, tremblement nouveau, mentionné seulement par M. Schmidt.

Le lundi 10 ou 17, à Dobnitza (Roumélie), tremblement de l'E. à l'O. Le *Siècle,* n° du 24, dit seulement : *lundi dernier,* sans autre date, et ajoute : « Peut-être est-ce à ce phénomène qu'il faut attribuer l'interruption de la ligne télégraphique entre Trieste et Corfou. »

Le 12 (le 30 nov., v. st.), à Kourbatzi d'Eubée, tremblement. (M. Schmidt.)

Le 22, 5 h. du matin, à Zante, une secousse. (M. Vlasto.)

Le 23 et le 24 (le 11 et le 12, v. st.), à Zante, tremblements, signalés seulement par M. Schmidt qui ne mentionne pas la secousse du 22.

Le 26 (le 14, v. st.), tremblement à Janina. (M. Schmidt.)

Je ne trouve aucun renseignement à citer sur les phénomènes volcaniques de Santorin pendant ce mois. Ils suivent leur allure ordinaire.

— Le 3, le 26 et le 30, dans l'Australie méridionale, trois tremblements, communiqués sans détails par M. Boué, d'après le *Zeits. d. Ges. f. Erdk.*, 1867, p. 291.

— Le 6, 7 h. du matin, à Adelsberg (Carniole), nouveau tremblement. (Même source que pour le 29 novembre précédent.)

— Le 10, 7 h. du matin, à Cosenza, secousse de courte durée, mais assez forte à la fin. A la pluie du jour précédent succéda un fort vent du nord qui dura toute la nuit avec ciel serein.

Le 18, 6 h. du matin, une forte secousse ondulatoire de l'E. à l'O. et de deux secondes de durée. Pluie la nuit précédente avec vent dominant du NO. (M. Scaglione, *l. c.*)

— Le 11, 10 h. 40 m. du matin, à Saint-Pé-de-Bigorre (H. Pyr.), une forte secousse de six à huit secondes de durée. Un peu auparavant on avait entendu un bruit sourd se propageant de l'ouest à l'est.

— Le 19, 2 h. 20 m. ou 3 h. du matin, à San Francisco, une forte secousse au milieu d'un ouragan. On l'a ressentie à Sacramento.

— Le 20, 10 h. $^1/_2$ du soir, à Saint-Pierre (Martinique) et probablement dans toute la colonie, une violente secousse.

— Le 24, 10 m. du soir, à Serreta (Açores), petit tremblement. C'est le premier qui soit mentionné dans le rapport officiel, adressé au gouverneur par le directeur Alfonso-Joaquin Nogueira Soares, sur l'éruption volcanique qui a eu lieu près de l'île Terceire en mai et en juin 1867.

— Au commencement du mois, éruption au sommet du Mauna Loa (Sandwich). Le capitaine Haley croit que c'est le vieux cratère du Mokuweoweo qui s'est ouvert. Ce cratère se trouve à quatorze

mille pieds au-dessus du niveau de la mer; il est resté inaccessible jusqu'à présent.

— (Sans date de jour.) Dans le Tyrol italien, secousses fréquentes dont le *Galignani's Messenger*, du 12 janvier 1867, fait ainsi mention : « Le Monte Baldo, dans le Tyrol italien, donne des signes d'une éruption probable. Le voisinage est fréquemment troublé par des secousses semblables à celles d'un tremblement de terre et, la nuit, une lueur livide (*a livid brightness*) apparaît au-dessus du sommet de la montagne. » (M. Ant. d'Abbadie.) Dans ses lettres, M. Gentilini ne parle pas de manifestations ignées. (Voir au mois d'avril précédent.)

— Sous le titre : *An Earthquake in South Durham,* le *Galignani's Messenger,* du 13 décembre, contient un article que je traduis littéralement : « Le *Bishop Auckland Chronicle* attribue à un tremblement de terre les dommages considérables qu'ont éprouvés récemment plusieurs maisons de Crook dont le sol s'est affaissé. Ce tremblement aurait été plus ou moins violent dans la partie méridionale du comté de Durham. Il s'est, dit-on, dirigé au sud par Wittonpark, Chorley et Toft-Hill, où la secousse a été violente, car au sommet de cette colline il y a maintenant une vallée, la route à péage s'étant affaissée de plusieurs pieds. Plusieurs maisons y ont été aussi maltraitées qu'à Crook, et dans les champs se sont formés de grands trous de plusieurs pieds de profondeur. On en suit la trace à Ramshaw Heugh par Cockfield Fell jusqu'à Wigglesworth, où le choc doit avoir été terrible, car des champs entiers y ont disparu dans des gouffres d'une grande profondeur. La secousse paraît s'y être arrêtée de ce côté, avoir tourné à l'O. et au N., et remonté le région carbonifère (*coal-field*) jusqu'à Gaunless, en détruisant beaucoup de terres et de maisons et en endommageant plusieurs routes, notamment à Lynesack, à Copley, à Rowntree et sur d'autres points. » Il est bien singulier que les journaux anglais ne donnent pas de détails plus précis sur un pareil phénomène, qu'ils n'en signalent pas même la date. Il s'agit sans doute d'un de ces affaissements qui ne sont pas rares dans les pays à minières.

— (Sans date mensuelle.) M. Osten-Sacken m'écrit, à la date du 22 octobre 1866 : « L'autre jour, ayant lu dans le *Times* anglais, la nouvelle qu'un tremblement de terre a eu lieu à Kadiak, dans l'Amérique russe, je me suis immédiatement adressé à la compagnie américaine pour avoir de plus amples détails; mais pour le moment elle n'avait pas encore reçu de nouvelles directes. »

TROISIÈME PARTIE.

TREMBLEMENTS DE TERRE EN 1867.

Janvier. — Le 1er (n. st), tremblement à Zante. Le 14, à Janina, ἐν Ἰωαννίνοις. Le 15, à Zante. Le 23, à Kumi. Le 27, à Janina, ἐν Ἰωαννίνοις. J'ai corrigé les dates données dans le vieux style par M. Schmidt, qui ajoute :

« A la fin de janvier, Ἰανουαρίου φθίνοντος, tremblements à Volo, ἐν Παγασαῖς (Βώλῳ), à Corinthe et à Hydra.

» Le 23, à Céphalonie, tremblement désastreux. » Celui-ci étant du 4 février, ceux de Volo, de Corinthe et d'Hydra sont donc antérieurs à cette date.

— Le 2, 7 h. 1/4 (ou plus exactement 7 h. 13 m. 56 secondes et 3 dixièmes) du matin, à Alger et sur plusieurs autres points de l'Algérie, violent tremblement du NO. au SE.

A Alger, le phénomène a commencé par un roulement sourd dont la durée a été d'une seconde sept dixièmes ; puis, pendant l'espace d'environ huit secondes, on a ressenti une série de secousses saccadées. Les portes et les fenêtres étaient secouées comme par une violente tempête et les murs tremblaient. L'oscillation a été si violente que la plus grande partie des pendules et des horloges se sont arrêtées. Nouvelles secousses à 9 h. 25 m. et à 9 h. 36 m. Quelques personnes signalent une première secousse

à 4 h. du matin. De 4 h. à 10 h. 30 m. du matin, il y en aurait eu cinq, selon les uns, et trois seulement, suivant les autres.

A Blida, 7 h. 15 m. du matin, première secousse; direction de l'E. à l'O. Un grand nombre de maisons lézardées; quelques-unes renversées. Les édifices publics ont beaucoup souffert. Un seul homme blessé. A 8 h. 6 m., deuxième secousse de deux à trois secondes de durée; nouveaux pans de murs renversés. A 9 h., troisième secousse, semblable à la seconde; même durée, trois à quatre secondes, suivant quelques personnes. A 9 h. 10 m., deux autres peu sensibles de deux à trois secondes de durée. A 11 h. et 11 h. $^1/_2$ du soir, deux autres secousses, non mentionnées par les journaux, mais constatées par M. Aucapitaine.

Le centre d'intensité *maxima* paraît avoir eu lieu aux villages de Mouzaïaville, de La Chiffa, d'El Affroun, d'Ameur-el-Aïn et de Bou-Roumi. Presque toutes les maisons y ont été renversées et beaucoup de personnes y ont péri sous les ruines.

M. le baron Aucapitaine place ce centre à Mouzaïa. Voici ce qu'il m'écrit de Blida, à la date du 7 : « Je vous adresse quelques journaux renfermant des détails sur la catastrophe qui vient de ruiner la plus belle partie de la province d'Alger. Sauvé miraculeusement des décombres d'une maison sous les ruines de laquelle je suis demeuré vingt minutes, c'est-à-dire un siècle, enseveli et à demi écrasé, j'ai assisté aux péripéties de cet épouvantable désastre qui ruine nos courageux colons. Je n'ai point l'esprit assez calme pour vous narrer ce lamentable drame; je me bornerai à vous donner quelques détails que je ne lis pas dans les journaux :

« La prétendue fissure, qui se serait produite au delà du Bou-Roumi, est simplement un tassement de terrain.

» Si vous avez une carte de la Metidja, vous observerez que c'est Mouzaïa qui a été le centre du phénomène.

» J'étais à la campagne du sous-préfet, à la Chancelade (dont il ne reste pas une pierre debout), à cinq kilomètres au sud de Mouzaïa, c'est-à-dire sur les premières déclivités de la montagne de Mouzaïa, au centre même de... comment dirais-je?... l'action... Le bruit, les détonations souterraines n'ont pas cessé depuis 7 h. $^1/_4$, qu'a commencé le tremblement de terre, jusqu'à 11 h. Le temps

était sombre. Réfugié sous quelques oliviers avec mesdames de Chancel, échappées non sans danger des ruines de leur habitation, nous sentions les racines des arbres trembler et le sol trépider pendant des instants de dix et de quarante secondes..... »

Dans une seconde lettre, en date du 17, M. Aucapitaine ajoute : « Entre la Chancelade, campagne où j'étais, et Mouzaïaville sont les ruines de *Tanaramusa Castra,* bourgade romaine classée sur la liste des évêchés. On reconnaît parfaitement les traces et le périmètre de cette ville à l'exhaussement du sol. On y a exhumé quelques inscriptions et beaucoup de pierres. Or, *Tanaramusa* a dû être détruite par un tremblement de terre, car on y a retrouvé la porte complétement couchée sur le sol. Cette bourgade a tout à coup disparu sans que nous en retrouvions la moindre trace dans l'histoire.

» Quant à l'effet ressenti dans les secousses, je ne puis vous parler que de celles qui ont suivi la catastrophe; ce sont les seules dont j'aie pu me rendre un compte exact. Elles me faisaient l'effet que l'on éprouve sur le pont d'un navire fortement secoué par la grosse mer.

» Ce qui prouve que nous étions réellement dans l'axe du phénomène, c'est que non-seulement les secousses étaient plus violentes, mais aussi les trépidations plus continues. A la secousse de 9 heures, j'ai réellement cru que c'était fini, tant à cause du bruit souterrain que de la durée des oscillations. Je me suis souvent trouvé en danger, j'ai vu la mort de bien près, jamais je n'ai été envahi par un sentiment aussi profond de terreur, jamais je n'ai mieux compris l'impuissance de l'homme. »

A ces lettres était jointe la liste des secousses que M. Aucapitaine a constatées lui-même et qui n'ont pas été signalées dans les journaux. Je les mentionnerai plus loin à leurs dates. Je dois aussi à l'obligeance de ce savant et brave officier la description du séismomètre enregistreur, établi à l'arsenal d'artillerie d'Alger, et la courbe curieuse, tracée par cet appareil pendant la secousse de 7 h. 1/4. Je regrette de ne pouvoir les reproduire ici. On les trouvera dans l'*Annuaire* de la Société météorologique de France, t. XV, p. 84, séance du 8 janvier 1867, dont j'extrais seulement les lignes

suivantes, adressées le jour même du phénomène, à M. Renou, par M. Marès qui habitait les coteaux de Mustapha, à quelques kilomètres au sud d'Alger :

« Je vous écris à la hâte pour vous faire part d'une observation toute nouvelle pour moi ; ce matin à 7 h. 20 m., nous avons eu un violent tremblement de terre, qui paraît avoir duré 25 à 30 secondes, en trois secousses reliées par de fortes trépidations ; je ne puis vous donner une meilleure définition de ce que nous avons éprouvé qu'en vous disant qu'il semblait que la maison fût emportée à toute vitesse par un waggon mal suspendu ; c'était une suite de soubresauts, de mouvements secs et rapides ; il paraissait que la maison était complétement détachée du sol.

» A 9 h. 40 m. environ, il y a eu un second tremblement de terre, pendant lequel ma femme a eu le temps de descendre du deuxième étage et de se précipiter dans le jardin, à environ vingt mètres de la maison, en emportant notre plus jeune enfant dans ses bras. Cette secousse a été bien moins violente que la première, car je faisais des courses à Alger et je ne l'ai pas ressentie..... »

Suit une note de M. Bulard, directeur de l'Observatoire d'Alger, où la pendule du temps moyen indiquait 7 h. 13 m. 56 secondes 3 dixièmes au moment de la première secousse.

Je continue la série des secousses du 2, telles que je les trouve mentionnées dans les divers journaux de l'Algérie. Elles ont été ressenties dans toutes les villes et dans tous les villages du Tell (province d'Alger). Dans les provinces d'Oran et de Constantine, on n'en a, suivant les rapports officiels, remarqué aucune. Elles ont été d'autant plus faibles que les contrées où elles ont eu lieu se trouvaient plus éloignées de Mouzaïaville. Toutefois, les villages de Marengo, de Duperré, de Tipaza, les plus rapprochées, n'ont éprouvé que peu de dégâts et pas d'accident grave. Remarquons encore que, excepté à Alger qui possède un observatoire, le temps est marqué assez inexactement en Algérie.

A Médéa, 7 h. 10 m., première secousse, suivie de trois autres dont la dernière a eu lieu à 9 h. $^{1}/_{4}$; la première seule, quoique de courte durée, a causé quelques dégâts.

A Miliana, 7 h. 20 m., violente secousse de l'est à l'ouest et de dix secondes de durée.

A Boghar, vers 7 h., forte secousse de l'est à l'ouest et de 25 secondes de durée. Quelques personnes affirment en avoir ressenti une première vers 5 h. du matin et une troisième après 7 h. Pas de dégâts.

A Teniet-el-Haad, le tremblement s'est fait sentir à 6 h. 3/4. Pas de dommages.

A Laghouat, on n'a rien ressenti.

A Aumale, vers 4 h. du matin, première secousse, faible. Vers 7 h. 18 m., une deuxième, plus forte. Durée, 7 à 8 secondes, en deux reprises séparées par un intervalle de trois secondes. En ville, direction apparente du nord au sud et à l'hôpital de l'est à l'ouest. Aucun dégât ni accident.

A Dellys, 7 h. 15 m., une secousse du NE. au SO. et de 15 secondes de durée. Aucun dégât.

A Tizi-Ouzou, 7 h. 14 m., secousses de l'ouest à l'est pendant 8 à 10 secondes.

A Dra-el-Mizan, 7 h. 20 m., secousse d'environ 6 secondes. Direction approximative du sud au nord.

A Fort-Napoléon, 6 h. 53 m., une première secousse du NE. au SO. et de 10 secondes de durée. Aucun dégât. A 9 h. 17 m., une deuxième secousse, très-peu sensible.

A Orléansville, 7 h. 1/4, une première secousse qui n'a duré qu'une seconde. A 7 h. 20 m., une deuxième secousse, très-forte, de l'est à l'ouest et de 3 secondes de durée.

A Cherchell, heure non indiquée, quelques bâtiments lézardés.

A Djidjelly, 7 h. du matin, une secousse ressentie seulement par deux ou trois personnes habitant le bord de la mer. Le mouvement a paru venir du sud au nord.

A Douéra, entre 7 h. 15 m. et 7 h. 20 m. du matin, plusieurs secousses violentes du sud au nord. Maisons lézardées.

A Dalmatie, 7 h. 5 m, secousse avec bruit infernal, elle dure de 8 à 10 secondes. Maisons fort endommagées. Quatre fortes nouvelles secousses dans la matinée; heures non indiquées.

A l'Oued-Djer, les ouvriers qui travaillaient dans les gorges ont ressenti, pendant toute la journée, des secousses accompagnées de bruits souterrains.

« Depuis le 1er janvier au matin, les indigènes habitant les versants du Nador et les contre-forts du petit Atlas étaient inquiets; ils observaient que les sources, les ruisseaux, tarissaient à vue d'œil, au point que le soir ils n'avaient plus d'eau pour leur consommation usuelle et pour l'abreuvage des bestiaux. » (*Akhbar*, du 8 janvier.) Comme le journal auquel je l'emprunte, je ne reproduis cette circonstance que sous toutes réserves. On a prétendu aussi avoir vu des flammes ou lueurs phosphorescentes sur le sommet des montagnes voisines de la Metidja. Ces assertions auraient eu besoin d'être confirmées.

Nuit du 2 au 3, à Blida, quelques secousses peu sensibles. J'ai déjà mentionné celles de 11 h. et de 11 h. 1/2 du soir, d'après M. Aucapitaine.

Le 3, 7 h. du matin, à Blida, une secousse. Pluie diluvienne.

Le même jour, 11 h. 3 m. du soir, au village de Marengo, une secousse.

Le même jour encore, heures non indiquées, à Alger, légères secousses.

Minuit du 3 au 4, à Dalmatie, une secousse légère.

Nuit du 3 au 4, dans les villages de la Chiffa, de Mouzaïaville, de Bou-Roumi et d'El Affroun, sept secousses accompagnées de bruits souterrains.

Le 4, 1 h. 3/4 du matin, à Blida, deux secousses successives vinrent de nouveau jeter l'effroi dans la population. Il pleuvait à torrents. Les personnes, rentrées dans les maisons, se réfugièrent sur les places; mais bientôt après, un peu rassurées par la faiblesse des secousses, les moins impressionnées se décidèrent à se coucher. On les a ressenties à Dalmatie.

A 2 h. du matin, à Blida, une nouvelle secousse. A 3 h. 3/4, une secousse d'une excessive violence, mais qui ne dura qu'une seconde et demie, mit tout le monde sur pied. A partir de ce moment, toutes les maisons demeurèrent complétement désertes, et les quelques personnes qui avaient voulu braver le danger durent se résigner à faire comme tout le monde, c'est-à-dire à rester dehors, et à défaut de tentes, elles se réunirent sur les places publiques, malgré la pluie qui tombait à torrents.

A 4 h. du matin, une quatrième secousse à Dalmatie.

Vers la même heure, à Alger, une nouvelle secousse pendant une pluie torrentielle et accompagnée d'une bourrasque qui en a rendu l'effet moins sensible; mais de nouvelles lézardes dans les maisons et quelques éboulements de terre en ont attesté la violence.

Dans son bulletin météorologique, le directeur de l'Observatoire d'Alger ne signale que deux secousses légères dans la nuit du 3 au 4 et n'en donne pas les heures.

A 5 h. 10 m. du matin, à Blida, une secousse. A 2 h. 1/2, à 4 h. 1/4 et à 9 h. du soir, trois secousses nouvelles. Beau temps.

Le 5, 3 h. du matin, à Blida, une secousse.

Le 6, vers midi, à Alger, une secousse légère.

Le même jour, 11 h. 17 m. du soir, à Blida, une secousse assez longue.

Le 7, 1 h. et quelques minutes du matin, à Blida, une forte secousse. A 4 h. du matin, trépidation.

Le même jour, 5 h. 10 m. du matin, dans toute la Metidja, à Alger, à Blida et à Médéa, une secousse très-forte et unique, qui n'a pas excédé deux à trois secondes de durée.

Le même jour encore, on écrit de Blida au *Moniteur de l'Algérie* : « Nous avons ressenti une secousse à 5 h. 45 m. du soir, assez sensible, heureusement de peu de durée. Malgré sa faiblesse, elle a jeté de nouveau l'alarme dans notre population. On n'ose pas encore rentrer dans les maisons, quoiqu'il n'y ait pas eu d'accidents. » (*Débats*, du 16 janvier.) Ce journal ajoute : « Cette secousse a été ressentie également à Alger. » (*Sic*, entre guillemets.)

Cette secousse est-elle du 7 ou du 6? Je ne la trouve pas mentionnée dans les journaux d'Algérie que m'a envoyés M. Aucapitaine, ni dans ses notes manuscrites. Cependant, je la retrouve signalée avec la date du 7 à 5 h. 3/4 du soir (*at a quarter to six in the evening of the 7th*), dans le *Galignani's Messenger*, du 17.

Le 8, vers 6 h. du matin, à Blida, une légère trépidation. Jusqu'au 9, à midi, heure à laquelle M. Aucapitaine a quitté cette ville, on n'y en a plus ressenti.

Le 19, 4 h. du matin, à Boufarik, une première secousse médiocre. A 6 h. du matin, deux nouvelles secousses semblables.

Le même jour, 6 h. aussi du matin, à Guelma, deux secousses fortes et de deux secondes seulement de durée. On les a également ressenties à Bône.

Le 19 encore, 6 h. 15 m. du matin, dans les villages de Millesimo, de Petit et autres de la province de Constantine, secousses de l'ouest à l'est.

Le 25, 1 h. du matin, à Sétif, une forte secousse de deux à trois secondes de durée. Mouvement lent. Le même jour, à Aumale, une secousse.

Le 31, 5 du matin, à Blida, légère secousse.

— Le 2, 10 h. 30 m. du matin, à Cosenza (Calabre citérieure), une secousse ondulatoire du nord au sud, avec bruit dans l'air, et d'une à deux secondes de durée.

Le 7, 9 h. 28 m. du soir, nouvelle et forte secousse de deux secondes de durée avec tonnerre souterrain. (M. Scaglione, *l. c.*)

Le 19, 10 h. du soir, à Messine, une violente secousse du sud au nord et de quinze secondes de durée. Le temps était clair, le thermomètre marquait 12° R. et le baromètre 27 $^1/_2$ pouces. La mer était calme bien que le vent de siroco soufflât depuis deux jours.

— Le 2 encore, vers 10 h. $^1/_2$ du soir, à Spa, une première secousse très-légère, remarquée seulement par quelques personnes.

Le 5, 1 h. 2 m. du soir, trois nouvelles secousses successives, de trois secondes de durée, accompagnées d'un bruit très-prononcé. Le mouvement s'est produit du NO. au SE. Le bruit a duré au moins une demi-minute, puisque plusieurs personnes ont eu le temps de sortir de chez elles pour chercher à en connaître la nature. Le mouvement a été beaucoup plus prononcé dans certains endroits que dans d'autres; par exemple, dans l'avenue de Marteau, l'ébranlement a été assez fort pour détacher une grande glace placée sur une cheminée et la faire tomber.

A Theux, quelques minutes avant une heure, sourde détonation, suivie immédiatement d'un mouvement prolongé du sol et

dirigé du NO. au SE. Le bruit ressemblait à celui que fait un chariot lourdement chargé sur un macadam durci. Ce phénomène a duré trois à quatre secondes.

Il y avait dans la mine de 50 à 60 ouvriers qui n'entendirent ni n'éprouvèrent rien d'extraordinaire. Les ouvriers occupés à la surface n'entendirent rien non plus; seulement les machinistes et les gens de service, qui se trouvaient sous toit, entendirent le premier bruit, la détonation, et éprouvèrent la secousse qui suivit bientôt après.

Le tremblement a été observé aussi à Liége, à Stavelot, à Vielsalm et à Polleur où un homme a été renversé de sa chaise par la secousse. (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 2e série, t. XXIII, p. 51.)

— Le 2 encore, à Serrata (Açores), quatre secousses dont on n'indique pas les heures. De ce jour au 15 mars suivant, de quatre à dix secousses peu violentes chaque jour. (M. Fradesso da Silveira.)

— Le 3, 1 h. 30 m. du matin, à Fiume, deux fortes secousses ondulatoires du NNO. au SSE., la première brusque (*brusca*) et la deuxième d'environ trois secondes de durée. Toutes les deux furent précédées d'un sourd bruit souterrain. (Mme Scarpellini.)

Le 7, entre 7 et 8 h. du soir, à Nauders (Tyrol), tremblement. (M. Boué.)

Dans le courant du mois, au Monte Baldo (Tyrol italien), secousses et détonations signalées sans détails par M. Boué.

Je lis dans *le Tell*, du 16 janvier, à la suite d'un article sur les tremblements de terre d'Algérie : « D'un autre côté, on signale des tremblements de terre, redoublant de minute en minute, dans certaines parties du Tyrol italien. Il semble qu'on y soit à la veille d'éruptions volcaniques. Du moins, le mont Baldo est en travail; de violentes secousses l'ont ébranlé; la moitié de la montagne est sillonnée la nuit d'éclairs phosphorescents qui présagent une éruption prochaine. On dit même qu'une éruption a déjà eu lieu du côté de Bassano, mais rien n'est venu confirmer ce récit. »

Et dans le numéro du 6 février : « L'Italie aura-t-elle un volcan de plus? Telle est la question qu'on s'adresse généralement dans

le Tyrol italien, où le Monte Baldo non-seulement fait ressentir de fréquentes secousses de tremblement de terre à toute la région voisine, mais encore lance des flammes pendant la nuit. Jusqu'ici il n'y a pas eu d'éruption, mais les secousses continuent et les populations s'inquiètent. » (*Courrier de Marseille.*)

—Le 6, dans le comté de Livingston, N. Y., une secousse (N. O., *Times*, 9 janv.). Le *Galignani's Messenger*, du 30, dit qu'il y a eu deux secousses distinctes dans ce comté et celui de Monroe, mais il n'en donne pas la date.

— Le 8, dans la matinée, au fort Klamat (Orégon), deux fortes secousses. Sous le titre : « Tremblement de terre. — Un nouveau volcan, » le *Courrier de San Francisco*, du 30 janvier, publie la lettre suivante, écrite de Jacksonville, le 13 du même mois :

« L'*Oregon Sentinel* a reçu la lettre suivante, datée du fort Klamath, le 8 janvier 1867, dix heures du matin : Nous avons de singulières, sinon de sérieuses nouvelles à vous envoyer par l'express qui part maintenant. Ce matin, à la pointe du jour, nous avons été réveillés par une vive secousse de tremblement de terre, suivie d'un bruit ressemblant à celui de la foudre dans le lointain. Un moment après, tout était tranquille et chacun de nous parlait et riait à cœur content du singulier phénomène. Mais nous ne tardâmes pas à redevenir sérieux, car le jour disparut peu à peu et le ciel fut obscurci par un nuage d'une fumée très-noire et très-épaisse. L'atmosphère était imprégnée d'une forte odeur de soufre, et des cendres d'une couleur sombre tombaient épaisses comme de la neige. Nous fûmes obligés d'allumer les chandelles. Le plus grand nombre de nous ne s'en leva pas moins pour aller déjeuner. Mais à peine étions-nous assis que — horreur sur horreur — la terre sembla rouler comme les vagues de l'Océan. Chacun de nous fut renversé et ne se releva que pour être renversé encore ; vous ne pouvez imaginer un plus parfait chaos, au milieu des plats et des verres qui se brisaient en tombant, des craquements de la maison et des exclamations des soldats. Quelques-uns gagnèrent la porte. Le spectacle le plus étrange frappait les yeux : les pins gigantesques autour du fort semblaient se flageller les uns les autres ; les charrettes en face de l'écurie étaient engagées dans

une bataille rangée; les chevaux, les bestiaux s'étaient couchés sur le sol et poussaient des gémissements lamentables; les chiens aboyaient, et les hurlements sauvages des Indiens campés près du fort complétaient le concert. Nous nous imaginions que la fin du monde était venue. Le magasin du commis aux vivres avait été jeté à vingt pas de l'emplacement qu'il occupait. Pourtant personne ne perdit la vie; on n'eut pas même d'accidents sérieux à regretter. Nombre de nous en furent quittes pour quelques écorchures au nez ou ailleurs. Les bâtiments n'ont pas souffert beaucoup non plus, étant tous construits en planches ou en troncs d'arbre; mais je ne crois pas qu'un seul carreau soit resté intact.

» Les suppositions vont leur train touchant la cause de cette singulière frasque de la nature. Le plus grand nombre de nous sont d'avis qu'un volcan vient de faire éruption près du lac, car on voit une fumée noire qui s'élève dans cette direction. Plusieurs soldats se sont offerts pour aller voir si nous avions ou non près de nous un monstre vomissant du feu. Il y a eu environ une demi-heure d'intervalle entre la première et la seconde secousse. Celle-ci, autant qu'on en peut juger par les diverses opinions émises, a duré de deux à trois minutes. Vous aurez de plus amples détails par le prochain express.

» L. Tennyson, *clerc du quartier-maître,*

» Par ordre du commandant du poste.

» M. Whitmore vient d'arriver de l'Agence; il rapporte que le lac a baissé d'environ six pieds et qu'il baisse encore. Crooked Creek, un cours d'eau entre le fort et l'Agence, a été complétement mis à sec. »

P. S. — Nous devons ajouter qu'on dément cette relation.

— Le 9, à Ciudad Bolivar (Venezuela), tremblement.

— Le 10, 2 h. 50 m. du soir, à Lavaur (Tarn), tremblement (?). On écrit, le dimanche 13 : « Mercredi matin, vers 4 h., un orage, mêlé de tonnerre et d'éclairs, a éclaté sur notre ville. Les éclairs n'ont cessé qu'avec le jour. La journée du jeudi s'annonçait sous de belles apparences; le soleil nous montrait ses rayons. Tout à coup le ciel s'est assombri, et à 2 h. 50 m., nous avons ressenti

une secousse de tremblement de terre. Il n'y a pas eu d'oscillation, mais seulement un bruit sourd, semblable à une forte détonation, qui a fait trembler les maisons. Presque immédiatement après, le temps est devenu brumeux et la pluie est tombée dans la soirée. »

— Le 10 encore, dans le Jutland (Danemark), tremblement qui dura dix secondes et causa une panique générale. (*El Federalista*, de Caracas, du 23 février.)

Le 12, à Ringkjœbing (Jutland), fort tremblement. (M. Boué.) N'est-ce pas le même que le précédent?

— Le 11, 9 h. $^1/_2$ du soir, dans l'archiduché de la haute Autriche, à Davidschlag, à Glasan, à Hallmansoecht, à Kirchslag, à Obernenen Kirchen, à Rohsich (cercle de Mühlkreis), tremblement avec bruit pareil au tonnerre. Ces localités se trouvent à 2 ou 3 mille pieds au-dessus de la mer. (M. Boué.)

— Le 11 encore, dans l'ouest de l'Angleterre, tremblement dont le *Journal des Débats*, du 21, donne la description suivante, d'après le *Western Press :* « Vendredi, les habitants de Knowle et de Rotterdam furent effrayés par ce qui leur parut être une secousse ou plutôt une succession de secousses de tremblement de terre. Les fenêtres des maisons furent secouées vivement, et, du rez-de-chaussée au grenier, toutes les maisons tremblèrent; les secousses furent plus sensibles aux étages supérieurs qu'en bas. L'atmosphère était calme, point de vent, le temps était serein. Ce n'est donc pas au vent qu'on peut attribuer cela. On nous a rapporté que trois ou quatre secousses successives avaient eu lieu rapidement, laissant entre elles cependant des intervalles sensiblement appréciables. Chaque secousse était accompagnée d'un grand bruit de portes et de fenêtres et d'un ébranlement non douteux des maisons. Quelle qu'en soit la cause, ce phénomène n'en est pas moins très-remarquable.

» Il y a deux à trois ans, une secousse de tremblement de terre se fit sentir dans une grande partie de l'Angleterre. A cette époque les habitants de Knowle et de Rotterdam en ressentirent très-distinctement les effets. »

— Le 15, vers 5 h. du matin, à Vicence, une légère secousse

ondulatoire du sud à l'est (*sic*). (*Opinion nationale*, *Débats* et *Étendard*, du 22 janvier.)

Le 17, au soir, une secousse signalée par le *Galignani's Messenger*, du 24, qui ne mentionne pas celle du 15.

— Le 21, 9 h. 1/2 du matin, à Erzinghan, tremblement que je trouve ainsi décrit dans une lettre datée de cette ville le 31 : « Lundi de la dernière semaine, à 9 h. 1/2 du matin, j'ai été réveillé par une violente secousse qui a fortement remué mon lit et les fenêtres de ma chambre. Je me suis levé précipitamment et je n'ai pas douté que ce ne fût un tremblement de terre. J'étais à peine sur mes pieds que le sol a été violemment secoué et même soulevé. Après avoir oscillé comme un homme ivre, la maison reprit son calme. Tous les corbeaux, qui par milliers perchent sur les arbres, sur les maisons et les murs de la ville, s'enfuirent en faisant un affreux vacarme, auquel se mêlaient les cris des habitants que je vis se sauver de leurs maisons.

» Le même jour, je ressentis encore quatre autres secousses, dont la première eut lieu vers midi et dura vingt secondes; la précédente en avait duré plus de quarante. Toutes furent dirigées de l'est à l'ouest.

» Depuis, il y a encore eu une ou deux secousses chaque jour, mais plus faibles que les précédentes. »

— A la fin de ce mois, probablement, ou au commencement du suivant, secousses en Espagne. Je lis dans les *Débats*, du 12 février : « Des lettres de Torrevieja confirment ce qui a été dit des tremblements de terre à Murcie, à Orihuela et dans d'autres localités contiguës. Les secousses ont été si intenses, que l'on n'avait rien vu de semblable depuis 1829, époque de triste mémoire.

» Au moment du départ du courrier, on avait ressenti cinq petites secousses. Tous les habitants passent la nuit sous des tentes et le jour dans les rues. La municipalité s'est établie au milieu de la vaste place, avec ses bureaux, sous une grande tente de campagne. Il y a été dressé un autel où l'on célèbre le saint sacrifice de la messe. La consternation continuait d'être grande. » (*Correspondencia*.)

M. Suarez, directeur des salines royales de Torrevieja, m'a

envoyé, pendant plusieurs années, la liste des secousses qu'on y ressentait. Lorsqu'il a été appelé à un autre poste, au commencement de 1865, son successeur lui avait promis de tenir aussi un journal séismique et de me l'envoyer chaque année. Malheureusement je n'ai rien reçu encore et j'ignore si les secousses y sont notées. C'est en vain que je les ai réclamées et que j'ai demandé les dates et les détails de ces dernières secousses, mes lettres sont restées sans réponse. (La suite au 15 février.)

Février. — Le 1er, à San Diego (Californie), trois secousses.

— Le 3, dans la matinée, à Patras (Morée), quelques secousses, ressenties aussi à Athènes à la même heure.

Le même jour, heure non indiquée, à Tripolitza, une secousse.

Le 3 encore, 9 h. du soir, à Lixuri (Céphalonie), une légère secousse.

« Pendant l'été précédent, m'écrit M. Stephanos, auquel j'emprunte la plupart des détails relatifs aux îles Ioniennes et à la Grèce, on entendit de temps en temps à Lixuri des détonations souterraines comme des coups de canon tirés de loin. L'hiver a été plutôt sans pluies. La nuit du 3 au 4 fut calme comme une nuit d'été. L'atmosphère sentait le soufre. »

Le 4, vers 6 h. 20 m. du matin, à l'île de Céphalonie, dans tout l'archipel Ionien et sur le littoral de la Grèce, tremblement désastreux, dont la date a été indiquée faussement par plusieurs journaux français qui, d'ailleurs, nous ont fourni peu de détails. Ainsi, je lis dans le *Journal des Débats,* du 15 février : « La première secousse a eu lieu dimanche, 3 février, vers 6 h. du matin. Elle s'est fait sentir simultanément à Patras, à Zante, à Ithaque, à Paxo, à Sainte-Maure et à Corfou. Le 6, les oscillations duraient encore à Céphalonie et achevaient de faire écrouler le peu de maisons qui restaient debout. » Et dans le même journal, N° du 19 : « Les premières secousses, celles qui ont tout renversé, ont commencé dans la nuit du 3 février. Le 7, les oscillations continuaient toujours avec une intensité menaçante et achevaient de faire écrouler le peu de maisons qui avaient résisté au premier ébranlement. »

Nous verrons plus loin que M. Fouqué, dans un rapport officiel

à M. Duruy, et dans une notice communiquée à l'Académie des sciences, ne fait commencer ces secousses que le 11. C'est une erreur que je dois d'autant plus relever que l'auteur en déduit une conséquence contre les résultats bien établis de mes recherches séismiques.

Voici d'abord ce que m'écrit, à la date du 13, M. Stephanos, de Corfou, en m'envoyant les dernières notes séismiques, recueillies par son parent et ami, feu M. Barbiani, mon ancien correspondant :

« ...... Maintenant une circonstance malheureuse me fournit encore un motif pour vous demander, Monsieur, l'honneur de me mettre en correspondance avec vous. Un tremblement de terre épouvantable vient d'avoir lieu à l'île de Céphalonie, une des principales de l'archipel Ionien; il a presque détruit l'une des deux principales villes de cette île, celle de Lixuri, et a beaucoup endommagé celle d'Argostoli. La première secousse, arrivée à 6 h. 20 m. du matin du 4 du mois courant, a été suivie de plusieurs autres, plus ou moins fortes, dont le nombre a dépassé cinquante dans les premières vingt-quatre heures. Les secousses continuaient toujours jusqu'au départ du dernier bateau arrivé ici hier. Le cœur se serre à entendre les descriptions navrantes des personnes qui arrivent ici tous les jours pour chercher un refuge. Des milliers d'hommes, de femmes et d'enfants se trouvent sans abri, exposés aux intempéries de la saison et menacés par la faim, car la plupart des fours ont été renversés. Une pluie torrentielle a suivi le lendemain du tremblement de terre. Des villages entiers ont été renversés de fond en comble; des rochers se sont détachés et lancés dans la mer; des crevasses profondes se sont faites dans le sol, laissant parfois sortie aux gaz souterrains; un grand nombre de personnes ont péri sous les décombres; enfin, tout est désastre et ruine.

» Des souscriptions se font dans tout le royaume pour venir en aide aux malheureux habitants de cette île. Le ministre de la justice s'est rendu sur les lieux du sinistre en portant du pain et des tentes. Le bâtiment de guerre anglais l'*Entreprise* est parti de Patras, à la réception de cette nouvelle, pour aller au secours des

victimes; et d'ici, ont été envoyés, avec des vivres, des maçons et des charpentiers, le petit aviso français *la Sentinelle* et la goëlette *Syros* de la marine hellénique. »

Suivent des nouvelles relatives aux autres îles de l'Archipel; je les reproduirai plus bas avec d'autres renseignements plus complets.

« Connaissant votre prédilection pour l'étude de ce phénomène physique, continue M. Stephanos, j'ai pensé qu'il vous serait agréable d'avoir une description consciencieuse et détaillée de ce tremblement; aussi je me suis déjà adressé à un de mes amis de Céphalonie, en le priant de me faire un rapport à ce sujet comprenant toutes les observations qu'on a pu recueillir sur le tremblement, à savoir : durée, direction, nombre de secousses, etc., ainsi que sur les autres phénomènes physiques qui ont précédé ou suivi l'événement. Aussitôt que je recevrai ce document, je m'empresserai de vous le transmettre. En attendant, je vous copie ici un extrait des renseignements officiels, fournis par le nomarque (préfet) de Céphalonie au commissaire de police de Corfou, qui est allé à Céphalonie chargé de remettre les vivres envoyés d'ici aux autorités municipales de cette localité :

« Le tremblement de terre a été désastreux sur toute l'île. » Lixuri, et en général tout l'arrondissement de Pallée, composé » de cinq communes, a subi une destruction générale. A Lixuri » quatre maisons seulement se conservent debout, comme des » monuments historiques au milieu de la destruction. Le nombre » des individus ensevelis sous les décombres dans la ville de » Lixuri et dans les communes d'Anogé, de Katogé, des Mésocho- » rites et de Thinia, monte à peu près à deux cents, sans compter » les blessés. Les dommages subis par les habitants sont immenses, » car, outre leurs maisons, ils ont perdu la plupart de leur for- » tune mobilière. Argostoli a moins souffert. Le tiers seulement » des maisons ont été renversées; les autres sont très-endomma- » gées, et à peine un huitième du nombre de celles-ci est habi- » table. On en peut dire autant des autres communes de l'arron- » dissement de Cranée, à savoir : de celles de Livathos, de » Pharaclata, de Dilimata et d'Omatos. Cependant, dans la pre-

» mière de ces communes, quatre villages ont été détruits com-
» plétement, tandis que les communes de Scala et d'Elios ont été
» épargnées. Le nombre des morts n'a pas encore été vérifié dans
» l'arrondissement de Cranée (dont Argostoli est le chef-lieu ainsi
» que de tout le département); on les calcule pourtant à peu près
» à cent. L'arrondissement de Samos, à l'exception des villages
» qui sont près du rivage, a souffert le moins des autres parties
» de l'île. »

» Je complète cette esquisse par les détails qui suivent et que j'ai recueillis des personnes qui sont arrivées hier du lieu de l'événement. Les secousses, qui continuent toujours très-fréquentes, ont ceci de remarquable : c'est qu'elles sont ordinairement précédées d'un mugissement souterrain, et que la commotion qui suit est brusque et saccadée. Les maisons qui ont le plus souffert à Argostoli sont celles qui sont situées sur la rive du port; la plupart de celles-ci ont été renversées. Il est aussi à remarquer que la ville d'Argostoli se compose pour la plupart de bâtisses nouvelles et d'une construction assez solide. Le commandant du *Syros* a compté, pendant les vingt-quatre heures qu'il y est resté, plus de 87 secousses, parmi lesquelles trois tremblements assez forts, un le matin à 9 h. (10 courant) et deux le soir à peu de distance. Des sources et des puits, à ce qu'on prétend, ont tari. Mais je me garde de vous reproduire ici tous les détails qu'on fait courir à propos de ce tristé événement. Les personnes frappées par le malheur et saisies naturellemeent par la peur tombent quelquefois, sans le vouloir, dans l'exagération des faits. Les personnes qui ont visité l'île après l'événement disent que le spectacle des deux villes de Lixuri et d'Argostoli est navrant : on croirait voir deux villes à la suite d'un bombardement soutenu, et les habitants, en présence d'un pareil désastre, sont comme hébétés.

» Je me réserve, Monsieur, de compléter ces quelques renseignements, recueillis à la hâte, quand j'aurai sous les yeux les descriptions qui ne tarderont pas à nous arriver aussi des autres localités où le tremblement a été ressenti. »

M. Stephanos a largement tenu sa promesse. Outre de nombreux renseignements manuscrits, il m'a encore envoyé divers

journaux grecs. Forcé de me restreindre dans ces notices, je me bornerai, quoique à regret, à reproduire la liste des secousses, mentionnées dans ces documents, en y ajoutant toutefois les principaux phénomènes qui les ont signalées.

» A Lixuri, un mugissement précéda de quelques minutes la grande secousse qui survint à 6 h. 10 m. du matin du 4 et que j'ai indiquée comme ayant eu lieu à 6 h. 20 m. Sa durée fut de 30 secondes et sa direction du NO. au SE. Son mouvement a été d'abord horizontal, puis ondulatoire et enfin tournoyant et subsultoire (*sic*). Son foyer paraît avoir été dans le canton de Paliki ou Palé, arrondissement de Lixuri, et en particulier au district d'Ansé, où le village de Sainte-Thècle a beaucoup souffert.

» Trois quarts d'heure après, une seconde secousse, plus forte, acheva de ruiner de fond en comble la ville de Lixuri et d'endommager grandement celle d'Argostoli. Une pluie torrentielle survint dans la journée.

» Ce qui put donner une idée de la violence du mouvement de ces deux premières secousses sont les faits suivants : Un jardin près du village de Bellaportata s'est crevassé en triangles d'un bout à l'autre; les crevasses sont très-profondes, et, à ce qu'on assure, on en entend venir un mugissement souterrain. Près du village d'Ilaros il se fit une crevasse très-profonde d'où jaillit une source d'eau sulfureuse. Dans la place d'Armes d'Argostoli la statue en bronze de sir Thomas Maitland (premier lord commissaire anglais des îles Ioniennes) s'est trouvée, après la secousse, retournée avec la face du côté opposé. D'un tuyau de cheminée, composé de trois cylindres superposés, la secousse a jeté par terre celui du milieu, et celui d'en haut se trouva posé sur le dernier formant la base du tuyau, avec une exactitude surprenante. Près du village de Sainte-Thècle, un grand rocher se détacha de la montagne et se précipita dans la mer, emportant avec lui un petit couvent qui était bâti dessus et les deux moines qui s'y trouvaient..... »

Le même jour, 4 février, 6 h. 15 m. du matin, à Zante, très-fort tremblement, de douze secondes de durée. A 7 h. 50 m., suivant M. Vlasto ($^3/_4$ d'heure après le premier, suivant le journal

de l'île), second tremblement plus fort, mais moins long. Pendant la journée et la nuit suivante, trépidations continuelles. Secousses à midi 24 m., 1 h., 1 h. 8 m. et 2 h. 5 m. du soir. Au cap Skinari, qui se trouve en face de Céphalonie, quelques maisons se sont écroulées. Ce sont les seuls dégâts dans cette île.

Le 4 encore, 6 h. du matin, à Sainte-Maure, tremblement très-fort. La plupart des maisons de la ville ont été lézardées, d'autres petites bâtisses se sont écroulées. Les communes d'Eugère et des Apolloniens, situées dans la partie de l'île en face de Céphalonie, ont souffert davantage. Dans le village de Vassiliki, deux personnes ont péri dans une grotte où elles s'étaient réfugiées, ensevelies sous les roches qui se détachèrent de la montagne.

A Ithaque, 6 h. 15 m. du matin, tremblement très-fort, sans dégâts remarquables dans la ville. La secousse a été plus forte encore dans la partie de l'île qui fait face à Céphalonie. Le village de Lefki, situé de ce côté, a beaucoup souffert. On avait dit d'abord qu'il était complétement détruit.

A Corfou le tremblement a été moins fort, mais assez long. « J'ai calculé, m'écrit M. Stephanos, qui ne m'en indique pas l'heure, que la durée de la secousse n'a pas pu dépasser vingt secondes; sa direction était du NE. au SO. D'après ce que l'on connaît jusqu'à ce jour (13), il est à présumer que le foyer du tremblement était à Céphalonie. »

A Missolonghi (Grèce), le même jour, 6 h. 20 m. du matin, fort tremblement de l'O. à l'E. et de six secondes de durée, avec mugissement. Une maison seulement s'est écroulée. Les meubles ont été beaucoup endommagés, ce qui indique peut-être, dit M. Stephanos, un mouvement tournoyant ou ondulatoire.

A Patras, 6 h. du matin, une secousse ressentie à la même heure à Athènes.

A Tripolitza, 6 h. du matin, une secousse qui, comme celle du 3, a été ressentie dans toute la province de Mantinée, ainsi qu'à Assakos (Dragamesto, Grèce continentale, province de l'Acarnanie), à Lamia et à Agrafa (département de la Phthiotide). Dans cette dernière ville la coupole de l'ancienne église métropolitaine s'est effondrée.

Pendant sa nouvelle mission scientifique en Grèce, M. Fouqué est allé étudier ce phénomène à Céphalonie. A son retour, il a adressé à M. Duruy un long et très-intéressant rapport qui a été publié dans les *Archives des missions scientifiques et littéraires*, 2me série, t. IV, pp. 445-484, avec deux planches et un extrait aux C. R., t. LXVI, pp. 326-330.

Je regrette de ne pouvoir en reproduire quelques extraits. C'est avec juste raison qu'il dit que les secousses se sont renouvelées jusqu'en avril, mais c'est à tort qu'il en rapporte les premières au 11 février au lieu du 4. Je crois d'autant plus devoir signaler cette erreur qu'il s'est appuyé sur cette date fausse pour m'attaquer d'une manière courtoise, il est vrai, mais non fondée.

On peut dire que, jusqu'à la fin de mars, il ne s'est point passé un seul jour sans qu'on ait ressenti plusieurs secousses. Suivant M. Schmidt, elles furent quotidiennes, du 4 au 12, dans tout l'Archipel, et du 13 au 27, dans l'île de Céphalonie.

« Le nombre des secousses pendant les premiers vingt jours, m'écrit M. Stephanos, a été de 80 à 100 dans les vingt-quatre heures; elles ont diminué ensuite à 20; aux derniers jours de mars, elles ont été réduites à 5. Parmi ces secousses, il y en avait de temps en temps de très-fortes; elles étaient le plus souvent précédées d'un mugissement et leur mouvement était brusque et saccadé, à Lixuri en particulier. »

Voici la liste des secousses signalées avec dates :

Le 5, 6 h. 20 m. du matin, à Zante, tremblement moins fort que celui de la veille. Les trépidations du sol sont très-fréquentes, ainsi que le 6 et le 7.

Le 5 encore (heure non indiquée), à Patras, une secousse. Les secousses s'y continuaient encore au 21 de ce mois.

Le 8, à Argostoli (Céphalonie), cinq secousses dans l'espace de trois heures.

Le 8 encore, à Zante, quelques légères secousses pendant la journée.

Nuit du 8 au 9, à Argostoli, nouvelles secousses.

Le 9, 1 h. 1/2 du soir, à Argostoli, encore une secousse assez forte et assez longue.

Le 10, 1 h. 30 m. du matin, à Zante, long tremblement. Les trépidations du sol continuent.

Le même jour, 9 h. du matin, à Céphalonie, fort tremblement et deux autres dans la journée. Plus de 87 secousses dans les vingt-quatre heures (*vide suprà*).

Le 12, 3 h. 55 m. et 8 h. 30 m. du matin, à Zante, deux forts tremblements avec légères secousses dans l'intervalle.

Le 14, 1 h. 55 m. du soir, autre tremblement, fort et très-long, suivi de fréquentes trépidations du sol. A 4 h. 30 m. du soir, une nouvelle secousse assez forte.

Le 19, 6 h. 50 m. du matin, une secousse.

Le 20, 6 h. 45 m. du matin, encore une secousse.

On lit dans la *Grèce*, du 21 (n. st.) : « Les tremblements de terre continuent plus faiblement, mais des bruits continuels se font entendre, pareils au bruit des coups de canon dans le lointain. Les oscillations paraissent avoir lieu de l'O. à l'E. Les bruits souterrains sont plus sensibles à Lixuri et aux environs, de sorte qu'on craint qu'il ne s'y prépare quelque éruption. »

M. Spanopoulos, directeur du gymnase d'Argostoli, a même adressé au ministère de l'instruction publique un rapport dans lequel il cherche à démontrer qu'il existe un *volcan souterrain* à la partie la plus élevée de la presqu'île de Pallé dans le NO. de Céphalonie. Ce document, signé du 1er février (du 13, n. st.), a paru presque *in extenso* dans le journal *la Grèce*, du 28.

Le 22, 9 h. du soir, à Zante, une nouvelle secousse.

Le 24 (le 12, v. st.), dans l'île de Crête, tremblement.

On écrit de Corfou, le 26 : « Un steamer arrivé ce matin de Céphalonie nous apporte la nouvelle que les secousses continuent encore, mais que c'est à Lixuri qu'elles se font le plus fortement sentir. Dès la première secousse, on remarqua qu'un rocher sous-marin, visible sous les eaux transparentes du port de Lixuri, était en constante vibration, et que le lit de la mer, dans ce port, s'était élevé. Ces nouveaux phénomènes ont causé une véritable terreur. » (*Débats*, 10 mars.)

Le soulèvement du sol au port de Lixuri n'a point été constaté. Quant à la roche branlante, elle est connue depuis longtemps. Elle

a été étudiée par Spallanzani et d'autres savants. Dans une de ses lettres, M. Stephanos me donne, à ce sujet, des détails très-intéressants que je ne crois pas devoir reproduire. « En temps de calme parfait, dit-il, le mouvement est encore plus frappant. »

Le 28, on écrit encore de Corfou : « Les secousses continuent à Céphalonie. A chaque instant, de nouvelles oscillations compromettent la vie des habitants restés au milieu des ruines qui s'augmentent de jour en jour. L'agent consulaire demeure sous un abri de planches, élevé dans son jardin, et le consul d'Angleterre, dont la maison avait résisté et qui donnait l'hospitalité à un grand nombre de familles, a été obligé de la quitter et de se retirer dans son yacht. »

Dans le courant du mois, jours non indiqués, à Corinthe, plusieurs secousses, précédées de détonations souterraines. On y a compté onze secousses dans les vingt-quatre heures. (Un journal d'Athènes, en date du 26 février, n. st.)

— Le 4, 3 h. 25 m. du matin, à Bousaada (Algérie), une forte secousse du NO. au SE. et de près d'une minute de durée. Aucun dégât.

A Bordj-bou-Arréridji, de 3 h. 37 m. à 3 h. 38 m. du matin, deux secousses de l'O. à l'E. Simultanément avec la première, un grondement d'une à deux secondes a augmenté progressivement comme l'aurait fait un chariot lancé à toute vitesse. Le sol semblait s'élever à l'ouest, une seconde après et pendant deux secondes, il s'est replacé en sens inverse et par saccades qui ont produit d'assez fortes oscillations pour faire battre les portes, ébranler les meubles et entrechoquer les ustensiles. Du reste, pas le moindre dégât, pas la moindre lézarde aux murailles. (M. Aucapitaine, d'après l'*Africain*, du 5 février.)

Le même jour, 3 h. 40 m. du matin, à Boghar, une secousse sans dégâts.

A Fort Napoléon, 3 h. 44 m. du matin, une secousse du nord au sud et de trois à quatre secondes de durée. Quelques légères lézardes.

A Biskra, 3 h. 50 m. du matin, une secousse qui n'a pas dû durer moins de cinq à six secondes; l'oscillation a dû être 1/4 NE. — SO. (*sic*).

On l'a ressentie également à Alger, à Blida, à Boufarik, à Batna, à Djelfa et à Laghouat. Il en a été de même à El Afroun, où elle s'est fait ressentir à 4 h. du matin. Un bruit, ressemblant à une très-forte détonation qui aurait eu lieu dans la montagne, avait précédé d'un quart d'heure environ cette secousse qui, du reste, n'a pas été très-forte. (*Moniteur de l'Algérie*, des 6 et 7 février.)

A ces deux numéros du *Moniteur* M. Aucapitaine a joint *le Tell*, du 6 février, dans lequel je lis encore, à la suite d'un article que j'ai déjà cité relativement au Monte Baldo : « A ce sujet nous devons dire que Blida et ses environs ne sont pas encore tout à fait bien rassurés; car de temps à autre, quelques secousses plus ou moins vives se font ressentir, sans occasionner pourtout le moindre accident. C'est ainsi que *ce matin*, à 3 h. 45 m., il nous est arrivé une secousse qui a jeté un peu d'émoi dans certains quartiers de la ville. Elle a été de très-peu de durée; mais Djelfa, qui n'en avait point éprouvé le 2 janvier, a ressenti celle-ci pendant près de trois secondes, sans dégâts. »

Celle-ci, malgré les mots *ce matin*, que j'ai soulignés, est du 4. C'est ce que prouve d'ailleurs évidemment la dépêche télégraphique suivante, expédiée de Djelfa, le 4 à 10 h. 14 m. du matin, à l'*Akhbar*, qui l'a reproduite dans son n° du 5 : « Aujourd'hui, à 4 h. précises du matin, Djelfa a éprouvé un fort tremblement de terre. La même secousse du sud-est au sud-ouest (*sic*) s'est fait ressentir instantanément et a duré huit secondes. On n'a aucun accident à déplorer. » (*Débats* et *Opinion nationale*, du 9 février.)

Le 11, 1 h. et 5 h. du matin, à Alger, secousses légères.

Le 15, 3 h. 20 m. du matin, à Oran, une secousse.

Le 17, 10 h. 35 m. du soir, à Mouzaïaville, une secousse du nord au sud, à l'opposé des précédentes. Les baraques et les tentes l'ont vivement ressentie, mais personne ne s'en est effrayé, habitué qu'on est à la chose.

— Le 4 encore, 6 h. 5 m. du matin, à Catane et à Acireale, tremblement ondulatoire de longue durée, trois secousses. A 7 h. 3 m. du matin, une autre secousse légère dans ces deux villes.

Le même jour, 6 h. 30 m. du matin, à Cosenza, légère secousse ondulatoire qui n'a duré qu'une seconde.

Le 23, 6 h. 47 m. du soir, à Acireale, autre tremblement léger. (M. Grassi.)

— Le 7, vers 7 h. du soir, à Liége, secousse très-faible. « M. Le Roy, professeur à l'Université, dit M. De Koninck, a été surpris par un mouvement vibratoire qui se produisait sur les objets déposés sur la cheminée de son cabinet de travail; il a remarqué en même temps que la porte s'ébranlait spontanément. » Ces mouvements n'ont duré que quelques secondes.

Le lendemain, 8, vers 11 h. du soir, une remarque semblable a été faite à Liége par M. l'avocat Dewilt. (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 1867, n° 3, p. 232.)

— Le 12, 1 h. 3 m. du soir, à Laibach (Carniole), une secousse horizontale de l'O. à l'E. et de deux secondes de durée, avec bruit comme celui d'une voiture; meubles mis en mouvement; oiseaux et chiens inquiets. A 1 h. 1/2 et à 2 h., deux nouvelles secousses faibles. (M. Boué.)

— Le 12 encore, 9 h. 42 m. du soir, à Maracaïbo (Venezuela), tremblement du sud au nord avec reprise (*con repercusion*) et bruits dans l'air.

Le 18, autre tremblement, signalé sans détails. (M. Rojas.)

— Le 15, on écrit de Torrevieja : « Au moment où nous espérions que les tremblements de terre avaient complétement cessé, aucune nouvelle secousse ne s'étant produite depuis vingt-quatre heures, hier à 2 h. 1/2 du matin, le terrible phénomène s'est répété, nous avons ressenti les oscillations et entendu le bruit. Quoique sa violence n'ait pas été aussi grande que précédemment, l'alarme a été générale.

» Aujourd'hui, à 10 h. 30 m. (*sic*), un autre tremblement a eu lieu et s'est reproduit à 10 h. 35 m., c'est-à-dire qu'en cinq minutes nous avons eu deux secousses, de sorte que nous ne savons plus quand il plaira à Dieu de nous délivrer de ce terrible péril. Nous sommes campés au milieu des rues et des places ou dans des cabanes de roseaux ou de paille. La plupart des édifices menacent ruine. Le sacrifice de la messe se célèbre en plein air, les murs de l'église étant hors de niveau et près de s'écrouler. » (*Débats*, du 24 février.)

— Le 23 (?), 1 h. du matin, dans le Westmoreland, tremblement douteux comme la date elle-même. Je lis dans le *Galignani's Messenger,* du 4 mars, l'extrait suivant d'une lettre non datée : « Tremblement de terre dans le Westmoreland. Vendredi, la nuit était belle et l'air calme; brillant météore. Samedi, à 1 h. du matin, un bruit sourd, semblable à celui du tonnerre dans le lointain, mais plus prolongé que le tonnerre ne l'est ordinairement dans le pays, s'est fait entendre le long de toute la vallée de Rotha. Les maisons bâties sur le roc ont tremblé comme par un ouragan, quoique l'air fût parfaitement calme. Dans la matinée, les habitants d'Ambleside disaient avoir ressenti un tremblement de terre, les enfants avaient été réveillés, les meubles et les fenêtres mis en mouvement. Il en a été de même à Grasmere, à Langdale et à Winthermere. Cependant des personnes, ayant éprouvé des commotions souterraines dans des régions volcaniques, nient que ce phénomène ait été causé par une véritable secousse de tremblement de terre. » (*Daily News.*)

— Pendant tout le mois, à Serreta (Açores), de quatre à dix secousses peu violentes chaque jour sans en manquer un seul. Voyez au 2 janvier précédent. (*Desde entao ao dia 15 de março houve sempre quatro até dez por dia pouco violentos tremores.*)

— Dans le courant de février, M. Palmieri a trouvé des produits ammoniacaux dans le grand cratère du Vésuve. Il décrit sa découverte dans une lettre que, le 10 mars, il a adressée à M. Ch. Sainte-Claire-Deville. (Voir aux C. R., t. LXIV, p. 668.)

Mars. — Le 1er, 6 h. 20 m. du matin, à Zante, tremblement long, mais sans violence.

Le 3 (n. st.), 6 h. 30 m. du matin, à Dzounsovasi (près de Smyrne), tremblement de l'est à l'ouest et de 12 secondes de durée.

Le 3 encore, 8 h. du soir, à Corfou, une légère secousse. Le même jour, on écrit de Céphalonie que les secousses s'y renouvellent sans cesse.

Le 5 (n. st.), à Kumi, tremblement que M. Schmidt, suivant l'ancien style, rapporte au 21 février.

Le 7, vers 6 h. $^1/_4$ ou 6 $^1/_2$ du soir, à l'île de Métclin, tremble-

ment désastreux qui a ébranlé une partie de l'Anatolie. On l'a ressenti à Smyrne, à Magnésie, à Adramiti, aux Dardanelles, à Gallipoli, à Constantinople et jusqu'à Andrinople, qui paraît être le point le plus éloigné vers le nord.

M. Fouqué fait erreur encore en fixant la date au 6. M. Ch. Ritter, ingénieur français au service de la Turquie, où depuis douze ans il note avec le plus grand soin, pour me les transmettre, tous les phénomènes séismiques qui se manifestent dans la péninsule turco-hellénique, donne la date du 7, ainsi que M. Stephanos et tous les journaux français.

Les journaux grecs, qui suivent l'ancien style, donnent la date du 23 février. C'est aussi celle qu'indique M. Schmidt, directeur de l'Observatoire d'Athènes. Cependant *la Grèce*, journal qui se publie à Athènes et qui suit le nouveau style, me paraît avoir commis une erreur d'un autre genre. Voici ce que je lis dans son N° du 21 mars : « Nous avons aujourd'hui des renseignements positifs sur le tremblement de terre de Mitylène et sur les désastres qu'il a produits. Le 23 février (6 mars, *sic*), vers midi, une violente secousse du sol se fit sentir tout à coup, et, dans l'espace de 40 secondes, la face de l'île fut entièrement changée. Des ruines la couvrirent, et, à la surface, il s'éleva un nuage épais comme si elle était tout en flammes. Trois minutes après, une deuxième secousse, aussi forte et aussi prolongée que la première, produisit de nouvelles ruines. Au bout de cinq à six minutes, une troisième secousse compléta le désordre de l'île..... A la date du 14 mars (du 2, v. st.), les secousses continuaient, mais plus faibles. » L'heure n'était-elle pas indiquée à la turque, vers 6 heures, et le journal n'a-t-il pas oublié d'en faire la conversion ?

Attachant une grande importance à l'exactitude des dates, je crois devoir relever encore une autre erreur du même genre. Dans une lettre, adressée le 9 de Mételin au journal anglais le *Malta Times*, et reproduite par plusieurs journaux français, notamment par les *Débats*, du 26 mars, et le *Moniteur de la flotte*, du 31, on lit les passages suivants : « .... Jeudi, 6 mars (*sic*), le temps était sombre, la chaleur incommode, comme il arrive tou-

jours quand le vent souffle du sud. Rien ne faisait pressentir les tristes événements qui devaient suivre. Bien que cette chaleur eût un caractère volcanique assez prononcé, on l'attribuait au retour du printemps.....

» A 6 h. du matin, le 8 (*sic*), une forte secousse, de quinze à dix-huit minutes (*sic*) de durée, ébranla la ville; et, avant qu'on ait eu le temps de s'en rendre compte, survint une seconde secousse plus longue et plus violente. J'arrivai en ce moment au bureau du Lloyd autrichien, et, une minute à peu près avant cette dernière secousse, je vis la mer, dans le port, se soulever et écumer comme si une explosion sous-marine venait d'avoir lieu. Ma surprise dura bien peu cependant, car, en beaucoup moins de temps que je n'en mets à vous l'écrire, je vis tous les édifices se mouvoir comme des hommes ivres et des blocs de maisons construites en pierres s'écrouler comme des châteaux de cartes.... La partie la plus basse de la ville est celle qui a le plus souffert. La terre s'est littéralement ouverte et a englouti une quantité de maisons formant une rue qui allait du bord de la mer à l'intérieur de la ville; et cet endroit, qui était encore, *jeudi dans l'après-midi*, le plus fréquenté de Mitylène, est actuellement envahi par la mer et par des amas de boue..... »

Je ferai remarquer que le jeudi était le 6 et non le 7. N'est-ce pas à cette date du jeudi 7, 6 h. du soir et non au 8, 6 h. du matin, qu'il faut rapporter les secousses que l'auteur décrit en en exagérant évidemment la durée? On sait que les Anglais indiquent par les initiales A. M. (*ante meridiem*) les heures du matin et P. M. (*post meridiem*) celles du soir; une faute d'impression est facile à faire et l'on comprend sans peine la fréquence des erreurs de ce genre. Ces remarques faites, je passe à la description du phénomène et je commence par un extrait du long et très-intéressant rapport de M. Fouqué.

« D'après les renseignements qui m'ont été donnés, dit-il, la première secousse ressentie à Mételin a eu lieu le 6 mars (*sic*), à 6 h. 1/2 du soir. Pendant la journée, l'atmosphère avait été calme, le baromètre indiquait une pression supérieure à 760, la température était d'environ 10 degrés en moyenne, et le vent nord-est

faible. La première commotion a été de beaucoup la plus forte, elle a duré de 30 à 40 secondes. Dans la ville de Mételin, où elle a été le mieux observée, elle était composée de mouvements oscillatoires très-énergiques pendant les premières secondes, plus faibles pendant les secondes suivantes, et de nouveau très-marquées pendant les derniers instants. La secousse, très-violente au début, a donc eu une recrudescence vers la fin de sa durée. La première impression qu'elle ait produite a été celle d'un choc vertical comme celui qui serait résulté d'une explosion souterraine, mais presque aussitôt elle s'est transformée en un mouvement oscillatoire horizontal, orienté sensiblement dans la direction N. 10° E. à S. 10° O. Chacune de ses oscillations était composée de deux mouvements en sens inverse d'inégale intensité : l'un, que j'appellerai mouvement en avant, était produit par une impulsion dirigée du N. 10° E. au S. 10° O. et beaucoup plus énergique que le mouvement de recul de sens opposé.

» A 10 h. du soir, une nouvelle secousse, beaucoup moins forte que la première, a duré environ 20 secondes. Dans la nuit, des ébranlements plus ou moins forts se sont succédé à des intervalles très-rapprochés; les jours suivants, les commotions ont continué en présentant toujours un faible degré d'énergie et en diminuant de plus en plus de fréquence.

» A la fin du mois de mars et dans les premiers jours d'avril, il s'en produisait encore deux ou trois par vingt-quatre heures. »

Je lis ailleurs : Une minute avant la première secousse, la mer du port se gonfla comme sous l'impulsion d'un soulèvement sous-marin et parut en ébullition. Dix minutes après, nouvelle secousse très-violente.

Et dans un autre journal, il est dit que la première secousse, d'une violence désastreuse, à 6 h. du soir, ne dura que 7 secondes. A 10 h. 7 m., nouveau tremblement de même force et de même durée; ce qui avait résisté au premier fut ruiné.

Depuis, écrit-on le 9, par intervalles de six à dix minutes, cinq ou six secousses très-fortes se sont succédé et ont complété la ruine de la ville; elles ont continué toute la nuit, mais à des intervalles plus longs. (*Courrier d'Orient*, du 12 mars.)

Dans la ville de Mételin, sur 2,500 maisons, 1,500 sont entièrement renversées et 700 sont inhabitables. Il y a eu 150 morts et un nombre considérable de blessés.

La ville de Mételin est le point de l'île où le tremblement de terre me paraît avoir agi avec la plus grande énergie, bien que dans beaucoup de villages la destruction ait été plus complète.

Cependant M. Fouqué, après avoir rapporté les principales directions suivant lesquelles les secousses se sont manifestées en divers points, en conclut que le tremblement a eu son centre d'ébranlement à une petite distance de l'île, du côté de l'Asie Mineure. « La disposition des ruines dans chaque localité fournit facilement, dit-il, ces directions principales. »

Pendant la courte durée de son séjour dans l'île, du 27 mars au 1er avril, il a senti plusieurs secousses peu intenses; il n'en signale qu'une, plus forte que les autres. Elle a duré environ dix secondes et a été accompagnée d'un bruit intense, comparable au roulement du tonnerre. Il n'a pas pu distinguer d'intervalle entre le commencement de la secousse et celui du son. Étant en marche, il n'a pas pu non plus apprécier même approximativement la direction des vibrations du sol. Il n'indique ni l'heure ni même le jour; il dit seulement qu'il était à Laphiona.

Il n'a remarqué aucune trace de phénomène volcanique récent. Les sources thermales n'ont présenté aucune altération appréciable, soit dans leur température, soit dans leurs propriétés ou leur rendement.

Il examine ensuite si les faits, qu'il vient d'exposer dans son intéressant rapport, apportent un appui à quelqu'une des théories qui ont été proposées pour rendre compte des tremblements de terre. Je ne le suivrai pas dans cet examen; cependant, je ne puis passer sous silence une erreur de fait qui me touche de trop près pour que je ne la relève point. Après avoir rappelé brièvement les idées de De Buch et de Humboldt sur l'état de fusion ignée à l'intérieur du globe, il ajoute :

« L'action attractive de la lune et du soleil peut y occasionner des marées et celles-ci augmenter la fréquence des tremblements de terre à certaines époques de l'année, mais il est impossible d'y

voir la cause véritable d'un phénomène essentiellement brusque, irrégulier et fréquent, surtout dans certaines zones de la surface terrestre, plus ou moins éloignées de l'équateur. J'ajouterai en outre que, dans les deux tremblements de terre de Céphalonie et de Mételin, les lois posées par M. Perrey ne se trouvent que très-imparfaitement vérifiées, l'une des deux commotions ayant eu lieu, à la vérité, à l'époque d'une syzygie, conformément à la théorie qui repose sur la considération des marées souterraines, mais l'autre s'est produite pendant une quadrature, c'est-à-dire contrairement à la même théorie. »

M. Fouqué, je l'ai dit déjà, fait erreur en fixant au 11 février le commencement des secousses de Céphalonie. La date exacte est celle du 4, c'est-à-dire la veille de la nouvelle lune. M. Schmidt a fait lui-même ce rapprochement; il remarque que le tremblement de Céphalonie a commencé 13 h. $^1/_2$ avant la nouvelle lune de février, et celui de Mételin 32 h. après la nouvelle lune de mars. Ainsi ces deux tremblements de terre ont eu lieu aux syzygies.

Que je voie ces deux coïncidences avec une certaine satisfaction, c'est tout naturel. Mais je ne suis nullement surpris des divergences qui se présentent. Qu'ai-je dit, en effet, dans ma lettre à M. Lamé? Que les tremblements de terre constituent un phénomène très-complexe; que, parmi les causes diverses auxquelles on peut en attribuer les manifestations, il en est une prédominante, l'influence lunaire, dont l'*action différentielle et prépondérante* a été constatée et établie par la discussion de plusieurs milliers de faits. Je n'ai nulle part signalé cette influence comme la cause *unique* du phénomène qui se renouvelle tous les jours, tantôt dans une région du globe, tantôt dans une autre. La loi que j'ai formulée consiste dans la fréquence des tremblements de terre plus grande vers les syzygies que dans les quadratures. Cette plus grande fréquence se montrait déjà quand je n'avais discuté que 1,000, 1,500 et 2,000 tremblements de terre; depuis, elle s'est constamment maintenue et s'est manifestée d'une manière d'autant plus marquée que le nombre des faits était devenu plus considérable.

M. Fouqué ne s'est occupé de ce tremblement qu'en ce qui

regarde l'île de Mételin et il n'en a pas suivi les secousses au dehors. C'est une lacune que je vais chercher à combler en partie. Dans l'Archipel on signale encore les îles de Chio et de Lemnos.

A Chio, le 7 mars, 6 h. 30 m. du soir, tremblement de 15 secondes de durée. Cinq minutes après, nouvelle secousse très-forte. On en a encore ressenti neuf autres pendant la nuit. Quelques maisons écroulées dans la ville, une mosquée renversée dans la forteresse. Le tremblement s'est bien certainement propagé plus loin vers le sud, mais je n'ai pas de renseignements à citer.

A l'île de Lemnos, heure non indiquée, la secousse a été vive; on l'a ressentie dans toute l'île; mais on n'y a éprouvé aucun des sinistres dont on avait parlé. C'est ce qu'a constaté le comité de secours dans sa visite.

Voici ce que j'ai appris du phénomène tel qu'il a été constaté sur la côte de l'Asie Mineure :

A Smyrne, le 7, à 6 h. 5 m. du soir, tremblement violent qui toutefois n'a pas causé de dommages sérieux. La première secousse, du NO. au SE., a duré dix secondes. Elle a été immédiatement suivie d'une deuxième et d'une série d'autres plus faibles, mais assez sensibles. Il faut remonter jusqu'à 1845 pour trouver le souvenir d'un tremblement aussi violent, et encore celui de 1845 a-t-il été d'une moins longue durée. Au moment de la première secousse, il tombait une forte pluie, et le ciel, couvert de nuages, présentait à l'horizon des teintes d'un rouge vif, quoique le soleil fût couché depuis quelque temps déjà. (Lettre écrite de Smyrne, le 8 mars et reproduite dans le *J. des Débats,* du 19.)

A ces détails j'ajouterai la lettre suivante d'un de mes zélés collaborateurs : « Le jeudi 7 courant, à 6 h. 3 m., à 6 h. 8 m. et à 6 h. 10 $^1/_2$ m. du soir, à Smyrne, trois fortes secousses; la première a duré 14 secondes, la deuxième 17 et la troisième 8 seulement. De fortes oscillations ont eu lieu du nord au sud. Me trouvant dans un magasin, j'ai constaté qu'une romaine, de 80 centimètres de long, pendue à un clou, a oscillé sur un parcours d'arc mesurant 36 centimètres. Les ondes étaient lentes et très-allongées, mais sans forte secousse. A Smyrne, un magasin en pierre s'est écroulé et les six petites coupoles, attenantes à la

grande coupole centrale d'Hissar Djamissi, se sont toutes fêlées; la grande a été préservée.. .. » (Lettre de M. l'ingénieur Réchad-Bey à M. Ch. Ritter, en date du 9 mars, 10 h. 1/2 du soir.)

Suivant d'autres, il y eut à 6 h. 10 m. un très-fort tremblement de l'O. à l'E., suivi d'une secousse moins forte quelques minutes plus tard. Les secousses continuèrent pendant la nuit et furent quotidiennes pendant plusieurs jours. On les ressentit, aux mêmes heures, à Aïdin où il y eut des dégâts, à Aïvali, à Adramiti, à Magnésie et à Cassaba. Cette dernière ville est le point le plus oriental que je trouve signalé.

A Cydonies, vers le coucher du soleil, une violente secousse, qui s'est renouvelée bientôt après avec plus de force encore. « Mais ni ces deux premières secousses, ni les cinquante autres peut-être que nous avons ressenties jusqu'à ce jour, écrit-on le 13, n'ont occasionné ici aucun dommage appréciable; quelques édifices seulement ont été lézardés, deux écoles primaires et deux vieilles maisons ont été seules endommagées fortement. »

Aux Dardanelles, 5 h. 32 m. du soir, une forte secousse, à ondulations d'occident en orient et de 20 secondes de durée. A trois minutes d'intervalle, une deuxième secousse, un peu moins intense, mais de 25 secondes de durée. Après avoir commencé par quelques soubresauts, elle a continué et s'est terminée en ondulations dans la même direction que la première. « Depuis le 7, écrit-on le 16, de petites secousses, plus ou moins sensibles, se répètent une ou deux fois par jour, mais sans dommage aucun pour notre ville, ni pour les localités environnantes. »

A Gallipoli, phénomènes semblables.

« A Constantinople, 6 h. 20 m. du soir, ondulation unique, très-distincte, suivie, à cinq minutes d'intervalle, d'une longue trépidation du nord au sud, qui, m'écrit M. Ritter, a fait osciller les suspensions des lampes, les œufs d'autruche de mon salon et arrêté ma pendule. Les gens se sont agités dans la maison plus encore que les lampes, mais heureusement nous en avons été quittes pour l'émotion, toujours très-profonde, quand le sol se met à osciller. On ne sait jamais où cela peut mener..... »

A Andrinople, un peu après le coucher du soleil, une légère

secousse, qui ne paraît pas s'être renouvelée. La lettre qui la signale est datée du 14 et n'en mentionne pas d'autres. Andrinople est la limite nord que le phénomène semble avoir atteinte.

A l'ouest, le tremblement s'est étendu jusqu'à Athènes, où l'on signale une légère secousse, le 7 encore, à 6 h. 30 m. du soir.

J'ai déjà dit que les secousses s'étaient renouvelées à Mételin et dans d'autres localités pendant la nuit du 7 au 8 et les jours suivants. Voici la liste des dates que je trouve indiquées.

Le 8, 1 h. $^1/_2$ du matin, à Smyrne, une secousse que, dans sa lettre déjà citée, M. Réchad-Bey signale comme la quatrième; il ne l'a pas ressentie, il dormait et n'a pas été réveillé. A 10 h. du soir, autre secousse qui causa de grandes frayeurs, suivant le *Journal des Débats*, du 26, et dont M. Réchad-Bey ne parle pas.

Le même jour, à l'aurore, à Zante, une secousse.

Le 8 encore, 3 h. du soir, à Chio, deux secousses nouvelles.

Le 9, 2 h. du matin, à Corfou, une légère secousse mentionnée par *la Grèce*, du 21, et dont M. Stephanos ne me dit rien.

Le même jour, 8 h. 36 m. du soir, à Smyrne, une nouvelle secousse légère sans direction marquée. (M. Réchad-Bey, lettre citée.) Les *Débats*, du 26, en signalent, pour ce jour, sans indication d'heure, une plus violente encore que celle de la veille.

Le 9 encore, dans la soirée, à Chio, une secousse légère, et à Mételin, heures non indiquées, plusieurs secousses.

Le 10, 6 h. 15 m. du matin et 1 h. 15 m. du soir, à Zante, deux nouvelles secousses, mentionnées par M. Vlasto qui ne les a pas ressenties, mais qui ont été notées par une personne digne de foi.

Nuit du 10 au 11, à Mételin, neuf secousses ressenties à bord du vaisseau prussien *la Gazelle*.

Le 11, heures non indiquées, à Cavalla (Macédoine), quatre secousses.

Du 12 au 14, à Mételin, à Phokia et à Chio, secousses chaque jour, suivant M. Boué.

Le 14, 5 h. 15 m. du soir, à Cavalla, nouvelle secousse.

Le 15, à Smyrne, une secousse mentionnée par M. Boué, sans indication d'heure.

Le 16, vers 3 h. 55 m. du matin, à Smyrne, une forte secousse.



Ce jour-là, M. Réchad-Bey écrit de nouveau à M. Ritter : « J'aurais des pages à vous écrire s'il fallait vous relater l'une après l'autre toutes les agitations qui, depuis le 7 courant, bouleversent notre sous-sol. Pas de jour et surtout pas de nuit que nous ne soyons éprouvés. Depuis trente heures environ, nous étions assez tranquilles et nous paraissions passés à l'état normal, quand, ce matin, vers quatre heures moins cinq minutes, j'ai été réveillé par le bruit qu'ont produit le tremblement des fenêtres de ma chambre et l'ouverture subite de quatre portes dont deux avaient été verrouillées avant de me coucher. Réveillé par la secousse, je n'ai pu en déterminer la direction ni la durée; mais un fait certain, c'est que l'effet de l'ouverture des portes verrouillées s'est répété deux fois lors du premier tremblement, le 7 courant, à 6 h. du soir. »

Suivent des détails, déjà connus, d'ailleurs, sur les désastres de Mételin. « Des deux villes de Phocée, ajoute-t-il, la petite a eu 17 maisons écroulées, 1 mort et 3 blessés; la grande Phocée, 148 maisons ruinées, 12 morts et 18 blessés. Aïvali est complétement bouleversée; l'île de Djounda, qui lui fait face, a, *dit-on*, complétement disparu. Tout le sol de l'Anatolie, en face de Mételin, est plus ou moins bouleversé, mais les détails manquent. » M. Ritter considère ces *on dit* comme exagérés.

Le même jour, le 16, de 4 à 6 h. du matin, à Mételin, treize secousses ressenties et signalées par un des commissaires envoyés dans l'île pour y porter des secours. (*Courrier d'Orient*, du 24 mars.) Ces secousses sont aussi mentionnées, mais sans indication d'heures, dans deux lettres écrites de Mételin, à la date du 16 : « Depuis le désastre du 6 (*sic*), le sol de notre île n'a pas cessé de ressentir une sorte de trépidation souterraine qui, dans la nuit dernière, s'est convertie en violentes secousses..... » (*Moniteur*, du 30 mars.) « Au reste, ajoute l'autre lettre, l'île n'a pas cessé de ressentir une espèce de trépidation souterraine depuis le 7. Excepté Ploumaron et Ayasso, tous nos villages sont détruits et les malheureux habitants n'ont presque pas d'autre asile que les décombres..... » (*Moniteur* de la flotte, 31 mars.)

Le 16 encore, on écrit de Smyrne au *Courrier d'Orient*. « Bien

que nous soyons à huit jours du terrible événement qui a été si fatal à Métclin, il continue a être l'objet principal des conversations. C'est qu'ici la secousse, ressentie le même jour qu'à Métclin, a été forte et longue, et que depuis, *il ne se passe pas de jour,* sans que nous éprouvions des oscillations plus ou moins sensibles.

» Les avis qui nous parviennent de toutes parts permettent d'embrasser l'étendue du rayon où le tremblement s'est fait sentir. Andrinople paraît être la limite vers le nord; sur la péninsule de l'Asie Mineure, Aïdin vers le sud et les plaines d'Alachéchir terminent le périmètre de ces côtés. Nous ignorons si les îles de l'Archipel vers l'ouest ont été éprouvées. A Chio, la secousse s'est fortement accentuée, mais sans y causer de dommages; il en est de même d'Aïvali et de tout le littoral en face de Métclin. A Phocée, seulement, il paraît y avoir quelques habitations détruites, mais sans mort d'hommes.

» Le foyer principal se rencontre donc dans l'île même et spécialement dans la partie septentrionale, paraissant décrire un cercle qui enveloppe les villages de Kalonia, de Petra, de Skamina, de Molivo, d'Hélia, de Stipsi, d'Ayos-Paraskévi, de Mistigna, etc. Chose curieuse, Pelina, gros bourg sur la côte vers le NO., n'a pas eu de dommages, tandis que les villages que je viens d'énumérer sont complétement détruits. On varie beaucoup sur le nombre des morts; comme celui des blessés, il est encore inconnu. » (*Courrier d'Orient,* du 20 mars.)

On lit dans la *Régénération,* journal d'Athènes, du 6/18 mars : « A Chalcis, département de l'Eubée, on a ressenti, il y a quelques jours, un tremblement assez fort qui n'a pas causé de dégâts. » Et dans le même journal, n° du 7/19 mars : « Les secousses continuent toujours à Métclin, à Chio, à Smyrne et dans l'intérieur de l'Asie Mineure. Dans la ville de Phocée, 40 maisons se sont écroulées et 20 personnes ont péri. »

Le 19, 1 h. 17 m. du matin, à Corfou, une légère secousse du NO. au SE. avec mouvement brusque. A 10 h. 30 m. du matin, une nouvelle secousse, légère et de même direction.

Le même jour, 9 h. du matin, à Métclin, une forte secousse; quelques nouveaux dégâts.

Le 19 encore, 7 h. 20 m. du soir, à Zante, une secousse.

Le 20, 4 h. du matin, à Mételin, encore une secousse.

Le 21, 4 h. 45 m. du matin, à Corfou, nouvelle secousse légère.

A cette date, le volcan de Santorin était toujours en pleine activité; je reproduis ici un extrait d'une lettre de M. Janssen à M. Ch. Sainte-Claire-Deville : « Je suis arrivé à Santorin le 21 mars : M. Fouqué avait terminé son travail et quittait l'île. Nous nous entendîmes rapidement sur les points les plus importants de nos études.

» Je trouvai le volcan en pleine activité : les détonations étaient continuelles et formidables; le cratère du volcan, constamment remanié par les forces éruptives, lançait le feu et les pierres par un grand nombre d'orifices. Plusieurs fois par jour même, le sommet du cône volcanique, emporté tout d'une pièce par une éruption plus forte, retombait en une pluie de pierres incandescentes qui recouvraient tout le cône et les espaces environnants à une assez grande distance.

» Après une reconnaissance rapide, je commençai immédiatement mes recherches. Vous vous rappelez, Monsieur, qu'il s'agissait surtout d'obtenir, par l'analyse de la lumière, quelques indications sur la nature des gaz et des matières brûlant à leur sortie du cratère. Or, je constatai tout d'abord, et bien facilement, l'existence des flammes qui, du reste, avaient été très-nettement reconnues par M. Fouqué; mais l'analyse de ces flammes présenta d'assez grandes difficultés à cause des nuages de poussières incandescentes qui s'y trouvent presque toujours mêlées, et masquent les propriétés optiques de ces dernières. Néanmoins, à l'aide de quelques dispositions spéciales, et en attendant avec persévérance les occasions favorables, j'ai pu faire l'analyse spectrale de ces flammes, et voici d'une manière succincte les résultats obtenus :

» Les flammes du volcan de Santorin contiennent du sodium, et ce corps doit s'y trouver relativement en grande quantité, car je l'ai constaté en toute occasion. L'ensemble de mes observations me porte, en outre, à considérer l'hydrogène comme la base des gaz combustibles qui s'échappent des orifices du cratère. Ce fait me paraît important; il étend et confirme les résultats trouvés par

M. Bunsen, par vous, Monsieur, et par MM. Le Blanc et Fouqué, sur la présence de ce gaz parmi les fluides rejetés des évents volcaniques.

» Mon analyse ne s'est pas bornée là : je rapporte des dessins de spectres qui devront être discutés ultérieurement, mais qui, dès maintenant, semblent indiquer la présence du cuivre, du chlore et du carbone. Certaines circonstances d'analyse spectrale me permettront même, je l'espère, de donner des indications précises sur la température des flammes, température qui paraît peu élevée.

» Désireux d'étendre les résultats obtenus à Santorin, je me suis rendu au Stromboli. La configuration actuelle du cratère de ce volcan diffère d'une manière très-notable de celle que M. Fouqué avait constatée en 1866. L'ancien cratère très-profond est comblé et se trouve surmonté actuellement par un champignon de laves concassées, très-fissuré, vomissant des pierres, des cendres et des flammes. L'analyse de ces flammes me porte à leur attribuer une constitution qui se rapproche beaucoup de celle des flammes de Santorin. » (C. R., t. LXIV, p. 1303.)

Le 22, 9 h. 50 m. du matin, à Zante, une secousse.

Nuit du 23 au 24, à Mételin, trois nouvelles secousses. De plus un ouragan s'est déchaîné sur l'île; plusieurs tentes ont été enlevées. La population vit dans la crainte de nouveaux désastres. Les secousses continuent.

Le 28, 5 h. 40 m. du matin, aux Dardanelles, léger tremblement du nord au sud. Dans la même matinée, de 6 h. 25 m. à 6 h. 40 m., trois nouvelles secousses, légères.

A Smyrne, 5 h. 50 m. du matin, une secousse du nord au sud.

Le même jour, 6 h. 1/4 du matin, à Mételin, une nouvelle secousse d'environ sept secondes de durée. Elle a été tellement forte, que, si elle eût duré plus longtemps, il ne serait pas resté une seule maison debout sur toute l'île.

Le 28 encore, 6 h. 25 m. du matin, à Andrinople, trois secousses sans dégâts.

Le 29, 6 h. 10 m. du matin (12 h. à la turque), à Drama (Roumélie), deux fortes secousses; plusieurs murs et plusieurs minarets écroulés.

Le même jour, midi, à Philippopoli, une secousse de huit secondes de durée. Pas de dégâts.

Le 29 encore, 11 h. 10 m. du soir (3 h. à la turque), à Salonique, deux fortes secousses; pas de dégâts, mais grande panique. (M. Ritter.)

Le 30, 5 h. du soir, à Salonique, deux secousses; pas de dégâts. M. Ritter ne signale aucun fait séismique pour le 30.

Le même jour, 8 h. 1/2 du soir, à Hagia-Sou et sur d'autres points de l'île de Mételin, une secousse, décrite plus haut par M. Fouqué qui en a ressenti plusieurs pendant son séjour dans l'île, du 27 mars au 1er avril. Elles y étaient, dit-il, encore quotidiennes à cette époque (*vide suprà*). Selon d'autres, les secousses y auraient cessé (ou du moins y seraient devenues plus faibles), pendant quelques jours. « Le 3 avril, a eu lieu, à Mételin, une nouvelle procession solennelle pour remercier Dieu de la cessation du fléau qui s'est appesanti sur l'île. » (*Moniteur du soir,* 26 avril, d'après l'*Étoile d'Orient.*)

Le 30 encore, heure non indiquée, à Drama, fort tremblement. Quelques maisons et églises turques écroulées. Ce tremblement et celui de Salonique, du même jour, diffèrent-ils de ceux du 29? C'est peu probable.

— Du 1er au 15 mars, à Serreta (Açores), encore de quatre à dix secousses peu violentes par jour. Du 16 de ce mois au 17 avril, on n'y en a plus ressenti aucune.

— Le 7, 8 h. du soir, à Windisch-Martrec, à Flattach, à Malnitz, à Doeuen, à Wolligen, à 2 1/2 lieues de Villach (haute Carinthie), choc très-fort, du nord au sud et de quelques secondes de durée; on ne se souvient pas d'une secousse plus violente. Immédiatement après, deux nouvelles secousses, la première plus faible, la deuxième plus forte.

Le 8, 1 h. du matin, encore une secousse moins forte.

Le 25, 5 h. du matin, à Bleiberg (Carinthie), une secousse du NE. au SO. et de deux secondes de durée; bruit sourd, pareil au tonnerre dans le lointain, qui se termine par une explosion; les cloches ont sonné.

De faibles secousses s'y sont répétées pendant quelques semaines. (M. Boué.)

— Le 14, à Hankow (Chine), une forte secousse ressentie par la plupart des résidents. Elle était horizontale, mais on n'a pas pu en déterminer la direction.

— Le 15, 6 h. du soir, au lac Majeur, jusqu'à Sesta Calende, tremblement vertical et horizontal; le niveau du lac s'est élevé subitement de 60 centimètres. Le village de Feriolo, sur le versant du Simplon, s'est englouti dans le lac; 7 maisons renversées, 14 personnes tuées. (M. Boué.)

On écrit d'Arona, le 15 : « Le petit village de Feriolo, situé au fond du golfe des îles Borromées, entre le lac Majeur et la route du Simplon, s'est tout à coup affaissé et a disparu dans les profondeurs du lac. Une vingtaine de maisons et 17 habitants ont été engloutis dans les eaux. Une partie de la route et les maisons situées de l'autre côté de cette route ont été fortement endommagées. Les éboulements continuent. » (*Débats*, du 22 mars.)

— Le 22, on écrit de Panama : « Le volcan de Barba a montré une activité extraordinaire depuis quelques jours. » (*Moniteur* du 16 avril.)

— Le 23, 4 h. 30 m. du matin, à Santiago (Cuba), tremblement assez fort.

Le 25, 6 h. ½ du matin, autre tremblement assez fort; celui-ci a été également ressenti à trois lieues de la ville.

— Le 29, 1 h. 10 m. du matin, à Naples, une secousse de 3 à 4 secondes de durée.

Le même jour, 7 h. 25 m. du soir, à Urbino, une assez violente secousse, suivie d'un choc plus faible; puis tout à coup, une agitation vague et croissante de la durée d'environ 5 secondes. La direction dominante a paru, au P. Serpieri, être de l'ouest à l'est. Un jour après le premier quartier de la lune. (Mme Scarpellini.)

Avril. — Le 1er, 4 h. 37 m. du soir, à Zante, une secousse.

Le même jour, heure non indiquée, à Chalcis, une forte secousse.

Du 1er au 14 (du 19 mars au 2 avril, v. st.), à Céphalonie, plus de 50 secousses ou bruits souterrains. (M. Schmidt.)

Le 2, à Drama (Macédoine), tremblement que je ne trouve mentionné que dans un journal de Caracas, *el Federalista*, du 14 mai; il doit être du 29 mars dont ce journal ne parle pas.

Le 6 (25 mars, v. st.), à Argostoli (Céphalonie), une secousse, la plus considérable de la première quinzaine du mois; la terre s'est entr'ouverte.

Le 6 encore, on écrit de Mételin à l'*Harmonie*, journal de Constantinople, que les secousses y recommencent.

Le 9, 1 h. 30 m. du matin, à Zante, une forte secousse.

Le même jour, 8 h. 35 m. du matin, à Corfou, une secousse de l'ouest à l'est.

Le 10, 4 h. 50 m. du matin, à Smyrne, une forte secousse.

Le même jour, 7 h. du soir, à Mételin, une forte secousse.

Le 11, heure non indiquée, à Mételin, une secousse.

Le 12, légères secousses encore.

Le 14, heure non indiquée, à Céphalonie, quatre secousses dont la première plus forte. « Depuis lors, ajoute M. Stephanos, les secousses, qui avaient cessé pour quelque temps, se sont renouvelées. » De ce jour jusqu'au milieu de mai (du 2 à la fin du mois, v. st., dit M. Schmidt), à Argostoli, il ne s'est pas passé un jour ni une nuit sans secousse.

Le 15, 8 h. 25 m. du matin, à Corfou, une secousse légère.

Le 20, à Mételin et à Chio, les secousses continuent. (*Avenir,* journal d'Athènes, 13 avril, v. st.)

Le 23, 6 h. 10 m. du soir, à Corfou, une secousse, légère en commençant, plus forte à la fin.

Le 25, 7 h. du matin, à Mételin, une violente secousse avec mugissement.

— Le 3, 1 h. 50 m. du matin, à Blida, une nouvelle secousse de l'ouest à l'est comme les précédentes. (*Le Tell,* du 6 avril.) Les *Débats,* du 14, indiquent 2 h. du matin. M. Aucapitaine m'écrit : « Le *lundi* 3, 2 h. 10 m. du matin, à Blida, une secousse assez forte. Elle a été forte à Mouzaïa, avec détonation souterraine du côté de l'Oued Ger. » Le 3 était un mercredi.

Le 16, 10 h. 40 m. du matin, à Aumale, une secousse.

Le 22, 2 h. 27 m. du matin, dans toute la plaine ouest de la Mitidja, à Médéa, à Blida, etc., une secousse très-forte. Beaucoup d'habitants quittent précipitamment leurs maisons. Grondements souterrains *toujours* dans la direction de l'ouest à l'est, parallèlement aux contre-forts de l'Atlas. (M. Aucapitaine.)

— Le 4, un peu après 4 h. du matin, à Santiago de Cuba, assez forte secousse instantanée. C'est le troisième tremblement depuis le 23 mars.

— Le même jour, 1 h. 15 m. du soir, à San Antonio del Tachira (Andes de Venezuela), fort tremblement.

Le 19, 7 h. ½ du soir, à Tovar (20 lieues à l'ouest de Merida, Venezuela), une première secousse. « C'était le vendredi saint, dit une lettre du 3 mai suivant, la population était presque déjà réunie tout entière à l'église pour assister à la procession de Notre-Dame. Lézardes à l'église d'où tout le monde se sauva, pierres détachées et tombant du haut du portail, mais heureusement peu de dégâts. . . . »

Le même jour, 8 h. du soir, à Saint-Christophe (San Cristobal, Andes du Venezuela), fort tremblement qui paraît s'être étendu jusqu'à Carache vers le nord.

A Merida, 8 h. 1 m. du soir, fort tremblement vertical (*de trepidacion*). La secousse dura deux secondes et fut ressentie, ajoute-t-on, à la même heure, jusqu'à Tovar, à 25 lieues de distance; des maisons y furent lézardées. Voici ce que dit la lettre de Tovar, déjà citée :

« A 8 h. 10 m., second *temblor* aussi fort que le premier. La terreur augmente, la procession se met en ordre et commence à défiler. A peine les images sont-elles hors de l'église, que survient une troisième secousse qui cause une panique générale. Cependant la procession se fait au milieu des cris et des lamentations qui donnent à cet acte religieux un caractère aussi terrible que lugubre. Quand elle est rentrée dans l'église, le curé monte en chaire; à peine a-t-il commencé son sermon, qu'une quatrième secousse vient l'interrompre, précisément au moment où il s'écrie : « *Sauvez-moi, Seigneur; Seigneur, ayez pitié de nous,* et tous les fidèles répètent ses paroles.

» Le prédicateur reprend son discours et l'achève. Mais, au moment où la population chante en chœur : *Tibi soli peccavi....*, survient une cinquième secousse qui porte la terreur à son comble. Tout le monde se sauve de l'église et passe une partie de la nuit dans les rues et sur la place. »

Le même jour encore, 8 h. 53 m. du soir, à Merida, une nouvelle secousse moins violente.

Le 21, 10 h. 11 m. du soir, à Merida, tremblement nouveau, plus fort que celui du 19 et accompagné d'un bruit épouvantable. On y en a ressenti plusieurs autres pendant la semaine sainte.

Le même soir, 10 h. 19 m., à Maracaïbo, deux rapides secousses de l'ouest à l'est, séparées par un court intervalle.

A San Cristobal, 10 h. 25 m. du soir, fort tremblement. On y en a compté huit du vendredi saint 19, au jour de Pâques 21.

Le 21 encore, jour de Pâques, 10 h. 25 m. du soir, à Tovar, une nouvelle et forte secousse; beaucoup de maisons lézardées.

Le 24, heure non indiquée, à Merida, une nouvelle secousse constatée par plusieurs personnes.

Le 25, 1 h. 50 m., 3 h. et 4 h. du matin, à Tovar, trois nouvelles secousses qui augmentent la consternation; on abandonne les maisons où l'on n'ose plus rentrer. Enfin, à 8 h. du soir, dernière secousse du mois. On couche dans les maisons, mais en y laissant les portes ouvertes. A Zea, l'église a notablement souffert. A Guaraquen, une maison a été renversée et deux autres fortement lézardées. Merida n'a ressenti que le contre-coup de ces secousses.

— Le 12, 5 h. 50 m. du soir, à San Francisco (Californie), deux secousses de l'E. à l'O.

— Le 15, au soir, à Bagdad, tremblement que M. Boué me mentionne sans détails.

— Nuit du 17 (*sic*), à Gessenay (c. de Vaud, Suisse), une forte secousse.

— Le 18, à Serreta (Açores), une nouvelle petite secousse. On n'y en avait pas éprouvé depuis celles du 15 mars.

Le 21, encore un autre petit tremblement. Depuis, jusqu'au 25 mai, on y a ressenti, *chaque jour,* de huit à douze secousses qui, quoique toujours petites, ont été remarquées aussi dans les localités voisines.

— Le 24, 2 h. 30 m. du soir, à Marysville (Marshall County, Kansas), tremblement accompagné d'un bruit dont on a évalué la durée d'une à trois minutes. Les meubles, les fenêtres et les

portes ont été mis en mouvement. Les arbres ont visiblement oscillé.

A Lawrence, vers 3 heures du soir, forte secousse avec bruit pareil à celui que produirait le passage simultané d'une douzaine d'omnibus. On n'a rien remarqué de particulier dans l'atmosphère. Le mouvement, faible d'abord, a augmenté d'une manière continue et diminué de même. Sa durée n'a pas dépassé trente secondes, suivant M. Wm. H. R. Lykins; d'autres l'évaluent à une minute et demie. Quelques-uns ont cru remarquer trois secousses distinctes. Le phénomène s'est étendu à une centaine de milles vers le nord et vers le sud de Lawrence. (Lettres de M. le professeur Wm. G. Williams et de M. Wm. H. R. Lykins, *Amer. Journ. of Sci.*, 2me sér., tome XLIV, page 132, july 1867.)

M. John D. Parker, professeur d'hist. nat., au collége Lincoln, Topeka, Kansas, en a communiqué à mon savant ami, M. James D. Dana, la relation suivante que je traduis intégralement : « Le tremblement du 24 avril 1867 a été le plus violent et le plus étendu dans ses effets dont les plus vieux habitants aient conservé le souvenir. Entre 1 h. et 3 h. de ce jour mémorable, deux ondes séismiques distinctes ont ébranlé l'État de Kansas et en même temps de grandes portions de ceux de Nebraska, Missouri, Illinois, Indiana; on dit même qu'elles ont atteint l'Ohio. La population tout entière des deux ou trois premiers de ces États s'est précipitée en masse dans les rues, en poussant des cris lamentables. Les bâtiments les plus solides oscillaient fortement et semblaient près de tomber. Un train s'est arrêté sur le *Pacific railroad*, le mécanicien et le chauffeur se sont élancés à terre sous l'impression que la machine allait sauter; les horloges se sont arrêtées; des animaux se sont enfuis épouvantés dans les champs, tandis que d'autres sont restés debout immobiles à leur place. Le tremblement a été accompagné d'un bruit semblable au roulement du tonnerre dans le lointain ou à celui que produit un train d'artillerie sur le pavé. J'ai recueilli sur ce phénomène de nombreux documents dont ceux-ci ne sont qu'un court extrait.

» La secousse a eu lieu à Topeka, Kansas, vers 3 h. 15 m. Au collége d'Agriculture, Manhattan, on l'a notée à 2 h. 52 m. A l'Uni-

versité de l'État, Lawrence, l'horloge, qui généralement avance un peu, marquait 3 h. 3 m. En tenant compte de la différence des méridiens, on trouve que le phénomène a eu lieu plus tard à mesure qu'on s'avance vers l'est.

» La durée de la secousse a varié de dix à trente secondes. Dans le Kansas occidental, elle n'a été que de dix secondes; mais elle a augmenté du côté de l'est et s'y est élevée jusqu'à trente secondes ou plus.

» La direction paraît avoir été du S. au N. ou du SO. au NE. C'est ce que prouvent divers faits et notamment le mouvement de l'eau dans la rivière Kansas. A Manhattan, on a vu l'eau de cette rivière rouler, en fortes vagues d'au moins deux pieds, du bord sud à la rive nord, tandis qu'on n'a rien remarqué de semblable dans le Big Blue qui vient du nord et se jette dans la rivière en cet endroit. C'est un fait bien établi par M. le professeur Mudge du State Agricultural College, d'après le témoignage de plusieurs témoins oculaires dignes de foi. C'est aussi ce qui résulte du côté où s'est faite la chute de divers objets légers, par exemple, de piles de petites photographies; tous sont tombés du côté du sud-ouest. Au collége Lincoln on a senti les ondulations du SO. au NE. A Warrensburg, Missouri, le rév. R. D. Parker, qui célébrait en ce moment la dédicace d'une église nouvelle, en a vu les murs s'incliner comme par une secousse du SO.

» Le nombre des secousses semble aussi avoir varié suivant les lieux. Au point d'origine, dans l'ouest du Kansas ou l'est du Colorado, on paraît n'avoir senti qu'une seule secousse, d'intensité d'abord croissante, puis s'affaiblissant graduellement. A mesure que le mouvement s'est propagé vers l'est, l'impulsion initiale semble s'être divisée en deux ondes séismiques distinctes qui se seraient ensuite confondues l'une dans l'autre lorsqu'elles sont devenues moins violentes.

» Le mouvement de l'onde séismique a été principalement un mouvement de translation. C'est probablement à cette circonstance qu'est dû le caractère si peu désastreux de ce tremblement, d'ailleurs si violent et si étendu.

» La vitesse du mouvement de l'onde séismique était grande.

C'est ce que prouve la petite différence du temps observé dans les localités relativement éloignées au moment de la secousse. L'employé du télégraphe sur la ligne du Pacifique, à Topeka, rapporte que, immédiatement après la secousse, il lui a été difficile de dire si elle venait de l'est ou de l'ouest; les deux ondulations, aller et retour, lui ont paru se confondre.

» On a déjà indiqué les effets de ce tremblement; ils ont été alarmants, mais non sérieux. Plusieurs personnes ont été plus ou moins maltraitées, mais on ne cite pas de mort. A Leavenworth, deux blocs contigus ont, dit-on, été soulevés et séparés de plusieurs pouces; mais ils ont repris, après le passage de l'onde séismique, leur position primitive, sans en laisser de traces. Deux pierres énormes sont tombées du sommet de l'église Unitairienne, à Lawrence; des murs ont été lézardés dans plusieurs maisons, mais aucuns n'ont été renversés. A Topeka, il y avait foule dans une église pour un enterrement; au moment où le bâtiment se mit à osciller, on se sauva en désordre, chacun cherchant une issue; plusieurs personnes sautèrent par les fenêtres. On dit qu'un espace de terre, d'environ une acre de superficie, à trois milles au sud de Carthage, sur le canal Miami, s'est affaissé de dix pieds. Cela prouve l'extension du phénomène jusque dans l'Ohio. C'est un effondrement en masse, dont les parois verticales présentent une hauteur de dix pieds ou plus de tous les côtés. Cet affaissement a, d'ailleurs, fait éprouver un danger sérieux aux berges du canal. » (*Ibid.*, t. XLV, pp. 129-131; january 1868.)

Mai. — Du 1er au 25, dans la paroisse de Serreta (Açores), de huit à douze secousses chaque jour. (*Vide suprà.*) Le 25, à 2 h. 1/2 du soir, elles devinrent si nombreuses que de 5 h. 1/2 à minuit on en compta cinquante-sept. Du 25 à la fin du mois, elles ont augmenté en nombre et en intensité à Serreta et dans les villages voisins. Quelques-unes ont été ressenties dans tous les villages de l'île, quoique faiblement dans les paroisses de Porto Judeu, Villa de S. Sebastiao, Fonte-Bastardo, Cabo da Praia et Praia.

Cependant, à Serreta et dans le village de Raminho, qui fait partie de la paroisse dos Altares, il y a eu un jour, le 31, dans lequel plusieurs personnes ont compté plus de cent cinquante

forts tremblements; elles auraient pu en compter beaucoup plus si elles avaient noté toutes les secousses moins violentes qu'elles ont ressenties; la terre paraissait être dans un état d'oscillation continuelle. Il s'est fait des fentes dans le sol, mais elles étaient de peu d'importance. Presque toutes les maisons ont plus ou moins souffert et un grand nombre sont complétement détruites.

Le mouvement oscillatoire paraissait en général dirigé du NO. au SE. Quelquefois il était assez peu rapide pour que des groupes de personnes, placés à quelques hectomètres de distance les uns des autres dans la paroisse de Serreta, poussaient des cris à des instants sensiblement différents, au moment où elles ressentaient la première secousse du tremblement. (Rapport officiel de M. Nogueira Soares. Comm. de M. Fradesso da Silveira.)

Mais nous devons ajouter la circonstance suivante, signalée à MM. Ch. Sainte-Claire-Deville et Janssen, par M. da Costa, vicaire chargé de la paroisse de Serreta :

« Près de la côte, entre Serreta et Raminho, en un lieu appelé *Feijao*, se trouve une source thermale ferrugineuse, qui dégage une telle quantité d'acide carbonique, que, il y a cinq ans, trois personnes y ont été asphyxiées. Or, c'est de ce lieu ou d'un point voisin que les mouvements du sol semblaient diverger dans les deux directions de Serreta et de Raminho.

» On conçoit tout l'intérêt d'une telle affirmation, ajoute M. Deville, puisqu'elle indiquerait l'existence d'un certain espace, situé sur la côte (ou en mer à peu de distance de la côte), vers lequel auraient convergé les diverses manifestations. » (C. R., t. LXV, séance du 21 octobre 1867.)

Du 26 à la fin du mois, ces tremblements se sont étendus jusqu'à Angra, où ils ont été forts. (*Voyez* au 1er juin suivant un article de M. Ch. Sainte-Claire-Deville.)

— Le 1er, 4 h. 5 m. du soir, à Zante, une secousse courte, mais forte.

Le 21, 5 h. 25 m. du soir, à Céphalonie, tremblement violent, mais moins fort que celui du 4 février. Quelques maisons endommagées à Argostoli, dégâts à Lixuri. La secousse a été plus forte dans le district de Samos.

Le même jour, 5 h. 45 m. du soir, à Corfou, une longue secousse du NE. au SO. et de vingt secondes de durée.

Le 21 encore, 5 h. 53 m. du soir, à Zante, tremblement très-long, mais faible, accompagné de rombo et de plusieurs oscillations.

Le 22, 2 h. 30 m. du matin, à Céphalonie, une nouvelle secousse.

Le 25, heure non indiquée, à Ithaque, une forte secousse de cinq secondes de durée. Pas de dégâts.

Le 27, on écrit de Mételin « que les secousses, après avoir diminué depuis quelques jours, ont complétement cessé. Les habitants ont commencé à retourner dans leurs maisons et à reprendre leurs travaux habituels. » (*Aurore*, J. d'Athènes, 3 juin.)

J'ai déjà dit qu'à Céphalonie les secousses étaient encore quotidiennes au commencement du mois, mais je ne trouve pas d'autres dates signalées.

— Le 2, 1 h. du matin, à Tovar (Venezuela), dernière secousse mentionnée dans une lettre du 3, que nous avons citée en avril précédent.

— Le 4, 11 h. 1/2 du soir, à Blida, à Mouzaia, etc., tremblement nouveau, bruits souterrains. Même observation que pour le 22 avril précédent.

Le 8, 11 h. 40 m. du matin, à Alger, une secousse précédée d'un bruit souterrain qui a pu être apprécié dans les environs, mais très-peu en ville, par suite du bruit incessant qui se fait dans les rues. Cette secousse, à peu près verticale, n'a duré qu'une seconde et demie à peine et n'a occasionné aucun dégât. Suivant d'autres, le mouvement a été horizontal du nord au sud.

« Nos correspondants de l'intérieur, ajoute l'*Akhbar*, du 9, sollicités par dépêches télégraphiques, ne nous signalent aucun mouvement terrestre dans les autres localités. »

Cependant, la nuit du 8 au 9, puis vers minuit du 9 au 10 et dans les journées antérieures, il y a eu de légères secousses à Blida, comme le prouve l'extrait suivant d'un journal qui se publie dans cette ville : « Les tremblements de terre continuent; il y a de temps en temps de légères commotions dont on s'aper-

çoit à peine; il y en a aussi quelques autres un peu plus fortes dont nous évitons de parler : ainsi, cette nuit, vers minuit, une secousse assez vive a réveillé beaucoup de monde. La nuit précédente, une autre, non moins vive, avait également eu lieu. La commotion éprouvée hier vers midi à Alger, et qui a, nous apprend-on, jeté l'effroi dans la ville, ne s'est pas fait ressentir à Blida. » (*Le Tell,* du 11 mai.)

Le 8 encore, 11 h. 50 m. du soir, à Blida, secousses ressenties dans les villages ainsi qu'à Koléah. (*Débats,* du 18.) M. Aucapitaine ne me les mentionne pas.

A l'envoi des journaux algériens cités, il a joint la copie manuscrite de la courbe tracée par le séismographe de l'arsenal d'artillerie à Alger, lors de la secousse du 8. Elle a une forme ovale, allongée du SE. au NO., où elle se termine par une espèce d'appendice en crochets. Je regrette de ne pouvoir la reproduire.

— Le 8 encore, peu après 10 h. du soir, à Comrie (Écosse) et aux environs, une assez forte secousse, suivie d'une autre, dix minutes plus tard, à la station de Greenloaning, distante d'environ onze milles de Comrie.

Le 9, entre 7 et 8 h. du matin, et le 10, à une heure moins avancée, deux nouvelles secousses ressenties dans tout le district d'Upper Strathearn et accompagnées d'un bruit semblable au tonnerre ou à une décharge d'artillerie dans le lointain. Immédiatement après la première secousse, a commencé une forte pluie qui a continué pendant trois jours presque sans interruption.

Je lis dans le *Moniteur du soir,* numéro du 15 mai : « Le district d'Upper Strathearn et ses environs ont ressenti quelques légères secousses de tremblement de terre depuis deux ou trois jours. A Comrie et à une distance de dix minutes environ, une secousse a été ressentie. Les secousses ont été moins fortes, comparativement au bruit qui les accompagnait et qui ressemblait à des coups de tonnerre prolongés. La pluie, depuis lors, a été torrentielle à Comrie; on a ressenti plus de tremblements de terre cette année qu'on n'en avait ressenti depuis 1839. »

Dans mes *Documents sur les tremblements de terre dans les îles Britanniques,* j'ai publié la liste détaillée des secousses res-

senties à Comrie en 1839 et pendant les années suivantes durant lesquelles elles furent si fréquentes que l'Association Britannique pour l'avancement des sciences avait nommé une commission chargée de les enregistrer et de les étudier. J'avais alors un correspondant, M. Mac Farlane, dans le pays. Depuis, les secousses ayant cessé, notre correspondance s'est arrêtée. Puis-je espérer que ces nouvelles secousses auront attiré de nouveau l'attention qu'elles méritent de la part de l'Association Britannique?

— Le 9, 8 h. 50 m. du matin, à Bagnères, deux secousses à cinq minutes environ d'intervalle. La dernière a été la plus forte, elle a été ressentie par tout le monde et a causé un certain émoi en ville. (*Courrier de Bayonne,* du 15, d'après l'*Écho des Vallées,* qui dit : hier jeudi....., etc.)

Nuit du 16 au 17, minuit douze minutes, à Tarbes, dans le canton de Rabestens et dans le département du Gers, une violente secousse de l'ouest à l'est. Les oscillations, accompagnées de bruits éclatants et sinistres, ont duré quatre à cinq secondes. (*Cour. de Bayonne,* n^os^ des 19 et 22 mai. Comm. de M. Ant. d'Abbadie, membre de l'Institut.)

La même nuit, vers minuit, à Pau, une secousse de trois à quatre secondes de durée. (Même source.) C'est probablement la même secousse qu'on a ressentie à Bordeaux : « La nuit dernière, rapporte la *Gironde,* de Bordeaux, une secousse de tremblement de terre s'est fait sentir dans notre ville; il était environ minuit; trois oscillations bien distinctes ont été remarquées; elles se sont produites dans la direction du NO. au SE. » (L'*Union,* du 20 mai. Comm. de M. le vicomte de Sarcus.)

— Le 12, on écrit d'Honolulu : « Je viens de parcourir l'île d'Hawaï, et j'ai pensé que vous ne lirez peut-être pas sans intérêt des détails sur l'excursion que j'ai faite au volcan de Kilauea.

» Les douze îles qui composent l'archipel des Sandwich sont formées de matières volcaniques. Le sol est le résidu d'anciennes laves que l'humidité a décomposées et qui se sont amalgamées ensuite avec des détritus végétaux. Quant aux formations madréporiques, elles ne font que se superposer aux bas-fonds et s'ajouter en parasites au sol primitif d'éruption. Les vieilles laves, que les

actions chimiques n'ont pas encore complétement modifiées, ont pris une couleur grisâtre, sur laquelle tranchent vivement les coulées plus récentes, qui se montrent d'un noir brillant.

» La plupart des volcans, qui hérissaient autrefois l'Archipel, sont aujourd'hui éteints. Hawaï seule, la plus considérable du groupe, en possède encore deux en pleine activité.

» L'ùn est situé presque au sommet de la montagne du Mauna Loa, élevé de 4,194 mètres au-dessus du niveau de l'Océan, et il en prend le nom.

» L'autre, appelé le Kilauea, se trouve au pied de la même montagne, à une altitude d'environ 1,200 mètres. Ce sont les deux foyers d'éruption les plus considérables et les plus actifs que l'on connaisse. Le cratère actuel du Mauna Loa a une circonférence qui n'est pas moindre de 30 kilomètres; la circonférence du Kilauea mesure environ 20 kilomètres. Je croirais volontiers, au reste, qu'ils servent tous les deux d'exutoire à un même foyer central, car l'*activité de l'un semble décroître à mesure qu'augmente celle de l'autre.*

» En 1859, quand M. le professeur Haskell le visita, le Mauna Loa était en pleine éruption. Il existait à cette époque deux cratères contigus percés de plusieurs trous en entonnoirs, d'où s'échappaient des gaz sulfureux, des vapeurs et des scories brûlantes. M. Haskell vit même, au sommet de la montagne et au-dessus des deux autres, un troisième cratère, encore plus large, mais qui semblait complétement éteint. M. Haskell descendit dans le cratère en activité et s'approcha fort près des bouches d'éruption. La chaleur était si forte, et les émanations sulfureuses si intenses, qu'il lui fut impossible d'y demeurer plus de quelques minutes. Il vit toutefois qu'au lieu de sortir du cratère, la lave s'échappait d'une fissure ouverte sur le flanc de la montagne à plus d'un mille au-dessous, et descendait avec une vitesse prodigieuse, en large nappe, jusqu'à la mer, où elle s'engloutissait en vaporisant d'énormes quantités d'eau. De cette rivière enflammée et rapide s'élevaient par moments de minces gerbes de laves qui s'élançaient en l'air, parfois à une hauteur de 100 à 150 pieds, et retombaient refroidies pour se liquéfier de

nouveau dans ces ondes de feu. L'éruption du Mauna Loa, qui ne s'est jamais complétement arrêtée, se montrait à cette époque dans toute sa force. En revanche le Kilauea restait assez calme.

» Cependant certains symptômes annonçaient déjà que cette tranquillité relative ne serait pas de longue durée, et, en effet, à mesure que l'activité du Mauna Loa a diminué, le Kilauea est devenu plus menaçant : cette année surtout, il est, paraît-il, en pleine période de travail. Le bassin du cratère s'élargit sensiblement et l'éruption des laves est permanente.

» Hilo, d'où nous sommes partis pour notre excursion, et qui est le chef-lieu administratif de Hawaï, car Honolulu, la capitale politique de l'archipel, se trouve située dans une autre île, n'est pas très-éloignée du Kilauea. En 1856, cette petite ville faillit de subir le sort de Pompéi et d'Herculanum; on put craindre de la voir ensevelie sous la lave et sous les scories. Cependant les tremblements de terre ne sont pas aussi fréquents à Hawaï qu'on pourrait le croire, et de nos jours il ne semble pas qu'ils aient causé de grands désastres.

» La route de Hilo, qui monte au volcan par une pente presque insensible, traverse d'épaisses forêts nées sur un sol de laves décomposées. Ces forêts contiennent un grand nombre d'essences différentes, mais principalement le pandanus, arbre spécial aux îles océaniennes. Tout à coup la forêt s'arrête et l'on se trouve sur un terrain dénudé, où ne poussent plus que de maigres fougères. De nombreuses crevasses exhalent des vapeurs bouillantes et des émanations fortement sulfureuses. En marchant, on émiette sous les pieds des cristaux de soufre extrêmement friables, et des filaments blanchâtres, formés par la condensation des vapeurs sorties du volcan, que le vent transporte au loin. A quelque distance du cratère s'élève une auberge tenue par un Américain. Le propriétaire a utilisé le volcan, en construisant au-dessus d'une des fissures du sol, une cabane où se concentrent les émanations chaudes et sulfureuses, et qui forme ainsi une sorte de bain russe naturel.

» Après une assez courte marche, on arrive sur le sommet d'une petite chaîne de collines ou de mamelons peu élevés, d'où

l'œil plonge sur l'ensemble du Kilauea. On a devant soi un vaste bassin circulaire, de plus d'une lieue de diamètre, où l'on voit, à quelque distance l'un de l'autre, huit petits lacs ou fossés remplis d'une matière liquide et enflammée.

» Le cratère du bassin est complétement éteint et même refroidi, les déjections laviques y ont formé un petit monticule hérissé de rochers lisses et grisâtres; il y pousse déjà quelques chétifs arbrisseaux. La matière qui remplit les huit bouches d'éruption ouvertes dans le cratère est luisante et ressemble à du métal en fusion. C'est, d'ailleurs, le même aspect que présente la lave dans les bouches du Stromboli, qui offre avec le Kilauea, l'étendue à part, plusieurs points de ressemblance. Cette masse, plus liquide dans les lacs situés au sud, est sans cesse agitée. Elle monte et descend constamment d'un bord à l'autre, avec des oscillations presque régulières. On entend en même temps sous le sol un bruit semblable à celui du ressac de la mer frappant les rochers. Par intervalles une gerbe enflammée s'élève et retombe en pluie de feu et en étincelles pareilles à celles de la fusée d'un feu d'artifice.

» J'attribue le mouvement vibratoire de la masse liquide aussi bien que les jets de matière qui s'en élancent, aux efforts que les vapeurs d'eau et les gaz comprimés font pour s'échapper. Quand un ballon de vapeurs agglomérées est devenu assez considérable pour que l'élasticité rompe la couverture de lave qui le comprime, il s'échappe et entraîne en l'air avec lui une plus ou moins grande quantité de lave et de scories. C'est le même phénomène que présentent les petites bulles d'air qui montent du fond d'un vase où l'on a mis l'eau à bouillir. Par moments, de l'un ou de l'autre des lacs déborde une coulée de lave qui s'étale en large nappe couverte d'une croûte de couleur grisâtre. Cette croûte se déchirant çà et là laisse voir des bandes d'un rouge plus ou moins vif.

» Parfois un nouvel orifice se dresse dans le cratère sous forme de cône, et se met à dégager à son tour de la lave et des vapeurs. J'ai été témoin, durant ma visite, d'une formation de cette nature. Parfois aussi l'une des bouches se referme. Mais il y en reste toujours, sur les huit que j'ai comptées, deux ou trois en activité.

» Quelque imposant que soit déjà ce spectacle durant le jour, c'est la nuit surtout que la scène prend tout un aspect d'horrible splendeur. Les laves en fusion sont alors teintées de rouge sombre, chacune des bouches a l'aspect d'une immense chaudière où bouillonne un océan de feu.

» Les gerbes de flammes qui s'élèvent illuminent au loin l'horizon, et les vapeurs s'échappant de chaque crevasse éclairent d'une couleur sanglante le paysage morne et désolé d'alentour. Les bruits souterrains que l'on entend résonner, devenus plus lugubres dans les ténèbres, semblent reproduire les lamentations ou les soupirs de quelque géant enseveli.

» Mes compagnons et moi avons eu la curiosité de descendre dans le cratère et de pénétrer jusqu'au centre, en traversant l'espace resté libre entre les foyers d'éruption. La descente des collines, où nous nous étions tenus d'abord, présentait plus de difficultés que je ne l'avais cru. Les scories, les pierres poreuses, les morceaux de lave durcie, roulaient sous nos pieds et glissaient en rebondissant le long des talus. A mesure que nous approchions, le sol devenait plus chaud et les vapeurs sulfureuses plus abondantes. A chaque pas, de petites crevasses s'ouvraient devant nous. Cependant nous avons pu gagner le monticule central, qui est refroidi, comme je l'ai dit; mais nous n'y sommes pas restés longtemps, bien que les émanations sulfureuses s'y fissent peu sentir.

» Chaque fois qu'une des bouches qui nous environnaient bavait une nouvelle coulée de lave, nous sentions la terre trembler sous nos pieds, émue par la puissante exhalaison du volcan. J'ai pu constater que l'orifice le plus au sud était celui qui montrait le plus d'activité et de puissance, et qui vomissait la lave en plus grande abondance. A côté de lui un petit cône lançait en gerbes des flammes et des matières liquides; d'autres monticules ne laissaient échapper que des gaz et des vapeurs. Il nous fut impossible d'approcher jusqu'au bord des bouches d'éruption. La chaleur était suffocante. Nous avons repris, pour sortir du gouffre, le même chemin qui nous y avait amenés, et nous avons regagné l'auberge voisine, non sans trouver sur notre passage de

nouvelles coulées de lave chaude qui s'étaient étalées durant le temps de notre visite au cratère.

» Ce spectacle imposant du volcan constamment sous les yeux, la vue des désastres qu'il a dû causer, ont fortement frappé l'imagination des populations indigènes. Aussi les Kanaques ont-ils personnifié les puissances volcaniques, le feu, la flamme, dans une divinité, la déesse Pelé, qu'aujourd'hui encore ils redoutent et vénèrent, quelque ralliés qu'ils soient au christianisme. Mille légendes circulent sur la redoutable divinité. Les longs filaments blancs que forment les cristallisations sulfureuses et que le vent attache aux branches des arbres ou étend sur les prairies, le peuple les prend pour les cheveux de la déesse. On lui offrit autrefois, dans les forêts voisines des volcans, des sacrifices humains pour apaiser ses colères. On voit encore quelques-unes des pierres où coula le sang des victimes expiatoires. Aujourd'hui, si Pelé se passe de ces horribles hécatombes, il n'est pas sûr que ses anciens adorateurs aient cessé de se recueillir dans les forêts pour la prier en commun. » (*Moniteur*, 19 août 1867.)

— Le 14, à Yvorne (Vaud, Suisse), fort tremblement et bruit souterrain.

— Le 15, 7 h. 25 m. du matin, à Nespes (Illyrie ou Bohême?), une forte secousse de direction nord-sud et de deux secondes de durée. Baromètre bas.

Le 23, 4 heures 18 m. du soir, à Landstrasse (Carniole), fort tremblement de cinq secondes. Répétition à 10 h. 45 m. (M. Boué.)

Le 31, 7 h. 55 m. du matin, à Littay (Illyrie), trois secousses, dont la seconde assez forte; les oscillations, accompagnées d'un bruit semblable au tonnerre, ne durèrent qu'un tiers de seconde. Ciel presque sans nuages, air calme.

— Le 26 au matin, à Acireale (Sicile), deux courtes secousses.

Le même jour, vers 10 h. du matin, à Saint-Giovani, à Piedimonte, à Linguaglossa, autre tremblement. Pas de dégâts.

Au Fondo di Macchia, heure non indiquée, une secousse légère. (M. Grassi.)

— Le 30, 1 heure du matin, à Ayacucho (Pérou), tremble-

ment que le peuple a attribué à la mort du maréchal Castilla! (M. Paz Soldan.)

Juin. — Le 1er, 8 h. du matin, à Serreta (Terceire, Açores) et dans les paroisses voisines, nouveau tremblement très-fort, après lequel les secousses commencèrent à diminuer en nombre et en intensité. Le même jour, à l'entrée de la nuit, plusieurs personnes entendirent huit détonations successives, semblables à des décharges d'artillerie.

Le lendemain, de bon matin, elles découvrirent des signes d'éruption sur la mer. C'était une grande lumière qui brillait au-dessus des eaux dont la couleur paraissait changée. Quand l'horizon s'éclaircit, après la disparition d'un épais brouillard, on vit s'élever avec impétuosité de grandes colonnes d'eau et de vapeur; à côté, l'eau bouillonnait avec force, et on entendait des détonations répétées qui ressemblaient à des décharges d'artillerie.

Les jours suivants, le phénomène observé de Serreta offrit diverses variations. Quelquefois, on voyait d'énormes jets d'eau et de vapeur épaisse, blanche comme la neige, s'élever à une petite hauteur. D'autres fois, de grandes colonnes s'élançaient de la mer, s'élevaient verticalement ou suivaient la direction des vents comme une dense fumée.

Le nombre et la forme des jets de vapeurs et de gaz étaient très-variables. Quelquefois on voyait surgir de la mer de grands tourbillons d'une fumée dense et blanche, à une distance considérable de l'endroit où l'activité volcanique paraissait avoir concentré son action. Mais ces explosions étaient passagères. Une fois, avec une lunette, on distingua, au milieu des masses blanches des vapeurs, de noirs produits volcaniques qui disparaissaient par moments et réapparaissaient rapidement. On a supposé que c'étaient de grandes pierres vomies par le cratère.

Le 5, on examina le phénomène de plus près. « Je m'en approchai en barque avec l'intendant de la marine et plusieurs autres personnes, dit l'auteur du rapport officiel auquel j'emprunte ces détails. A la distance de plus de dix milles du centre de l'éruption, les eaux offraient déjà des teintes différentes, les unes vertes, les autres rouges, dues à la présence des sels de fer dont

elles étaient probablement chargées. L'odeur du soufre devenait de plus en plus prononcée à mesure qu'on s'approchait du centre de l'éruption. Des poissons morts ou mourants flottaient en grand nombre à la surface de l'eau. Nous nous approchâmes, à un peu plus d'un mille, d'une partie de la zone où les forces volcaniques étaient en activité. Le spectacle était alors vraiment merveilleux.

» Sur une ligne de plus de deux milles de longueur, dans la direction approchée du SO. au NE., s'élevaient avec impétuosité et à une assez grande distance l'une de l'autre, six énormes colonnes de vapeur qui, parvenues à une certaine hauteur au-dessus de la surface de la mer, cédaient à la pression du vent et en suivaient la direction sous forme d'une fumée épaisse et blanche. Au pied de l'une des plus grandes on voyait continuellement de nombreux et gros blocs noirs se projeter à quelques mètres seulement au-dessus de la mer, dans laquelle ils retombaient immédiatement. Ce terrible jeu de la nature était accompagné de détonations répétées et toujours semblables à celle de l'artillerie.

» A l'extrémité ouest, dont nous nous sommes le plus approchés, les explosions de vapeurs et de gaz n'étaient pas continues; d'après le murmure et le roulement de la mer qui semblait briser sur des récifs, et les différentes teintes que présentait la couleur de l'eau, il nous a paru que l'accumulation des déjections volcaniques s'y faisait près de la surface de la mer.

» Dans la journée du 8, je suis retourné à Serreta; j'étais muni des instruments nécessaires pour déterminer avec plus d'exactitude la position du volcan relativement à notre île, et accompagné de l'architecte qui était spécialement chargé de prendre des vues de l'éruption. Mais à notre arrivée, les habitants nous ont appris que les phénomènes éruptifs avaient cessé dans la matinée.

» Depuis lors, on n'a plus aperçu, de terre, aucun signe d'activité au volcan. Mais jusqu'au 13, on a encore ressenti, à Serreta, quelques secousses peu violentes.

» Le 17, je suis encore retourné en barque, avec l'intendant et quelques autres personnes, pour examiner de nouveau l'endroit où s'était manifesté le volcan dont nous n'avons plus découvert le moindre vestige. L'eau avait repris sa couleur naturelle et on n'y

remarquait aucun indice de la révolution sous-marine qui avait eu lieu depuis la nuit du 1er de ce mois jusqu'à la matinée du 8. Nous fîmes plusieurs sondages, mais sans trouver de fond. Nous supposons que les déjections volcaniques n'étaient que des produits meubles qui se sont élevés jusqu'à la surface de l'eau et qui ont été ensuite dispersés par les flots, comme cela arrive presque toujours. Cependant il serait bon qu'on sondât exactement ces parages dans l'intérêt de la navigation.

» On ne sait pas au juste quelle était la profondeur de la mer en cet endroit avant l'événement; mais il est probable qu'elle était très-considérable, puisque, en dehors d'un bas-fond qui se trouve près de Serreta, les cartes anglaises du capitaine Vidal marquent des profondeurs de plus de deux cents brasses; il est donc bien probable que plus au large, à l'endroit où s'est manifesté le volcan, la profondeur est encore beaucoup plus considérable.

» Depuis la disparition du volcan, quelques marins, allant de Graciosa à Terceira, disent avoir aperçu, à une distance d'environ neuf milles de la route qu'ils suivaient entre ces deux îles, un rocher hors de l'eau, ayant l'apparence d'une voile de bateau. Un capitaine (*de um hiate*) prétend aussi avoir vu quelque chose de semblable, mais à une distance beaucoup plus grande. Toutefois, ces apparences ne pourraient bien être que les effets d'une simple illusion d'optique. » (Rapport officiel daté d'Angra de Heroismo, le 26 juin 1867 et signé : O Director Joaquin Nogueira Soares. Comm. de M. Fradesso da Silveira.)

On peut voir encore aux *Comptes rendus* de l'Académie, t. LXV, p. 29, quelques renseignements dans une lettre écrite d'Angra, le 7 juin.

Chargés d'aller étudier ce phénomène, MM. Ch. Sainte-Claire-Deville et Janssen ont publié, dans le même Recueil, pp. 661-668, un rapport de leur mission. « Le 5 juin, disent-ils, a été le jour où le phénomène a présenté son maximum d'activité. Ce jour, déjà, la projection des gros blocs cesse et la vapeur n'entraîne plus de pierres visibles à l'œil nu, de Serreta. Puis tout diminue graduellement. Le 7, il n'y avait plus de pierres lancées et le même

jour, vers 10 h. du soir, les vapeurs elles-mêmes avaient disparu. La portion la plus active de l'éruption avait duré sept jours.

» Depuis lors, il est vrai, plusieurs personnes disent avoir vu, en juillet et en août, s'élancer de la mer des colonnes de vapeur; mais M. da Costa, si bien placé pour les observer, nous a affirmé n'avoir rien remarqué de semblable.

» Les agitations du sol ont diminué aussi, mais sans cesser entièrement. Parmi les secousses, en général assez faibles, qui se sont fait sentir, M. da Costa en a remarqué deux assez violentes et accompagnées de bruit souterrain, savoir : le 12 juin, à 10 h. du soir, et le 13, à 9 heures du matin. Le 13 encore, à 4 h. du soir, une secousse faible; puis une autre le 27, à 3 h. du soir. Enfin, après un assez long intervalle, le 18 août, à 10 h. 45 m. du soir, il y en eut encore une dernière très-violente. Du 18 au 26 août, jour de notre passage à Terceira, rien ne s'était produit de nouveau. »

Dans une lettre, écrite d'Angra le 26 juin, je lis : « Il y a plusieurs jours que le volcan s'est éteint et que les tremblements de terre ont cessé pour quelque temps. Mais hier, à une heure de la nuit, il y a encore eu une violente secousse. La population vit toujours sous des tentes et dans des baraques. » (Fragment d'un journal portugais qui m'a été envoyé par M. Fradesso da Silveira.)

Dans un autre fragment de journal, que je dois aussi à M. da Silveira, il est dit que le volcan se trouvait complétement éteint le 17, que tous les vestiges d'éruption avaient entièrement disparu, et qu'on a sondé plusieurs fois sans trouver fond à trois cent trente brasses de profondeur à l'endroit où il a surgi. Cette profondeur est bien supérieure à celle qu'a indiquée plus tard M. Fouqué, dans une lettre datée du 22 septembre et insérée aux *Comptes rendus*, t. LXV, p. 674.

— Le 2 juin, 1 h. 15 m. du matin, à Rome, une légère secousse ondulatoire de l'est à l'ouest. Nouv. lune. (Mme Scarpellini.)

Le 22, 11 h. du soir, à Albano, une secousse à peine sensible.

Le 23, 12 h. 55 m. du matin (*sic*), deux secousses violentes.

— Le 4, au soir, à Mételin, deux nouvelles secousses. Ce sont

les seules que je trouve mentionnées dans ce mois pour la péninsule turco-hellénique. M. Stephanos ne m'en signale aucune pour les îles Ioniennes.

— Le 9, 7 h. du soir, par 38° de lat. S. et 100° de long. O., le *Costa-Ricca* a éprouvé une trépidation de quelques secondes, comme si le bâtiment avait touché sur un banc ou heurté un corps flottant. Cette partie de l'océan Pacifique étant des plus sûres, et le navire n'ayant d'ailleurs aucune trace d'abordage, on a dû attribuer le phénomène à un tremblement de terre sous-marin. (C. R., t. LXV, p. 871.)

— Le 10, 4 h. du soir, à Gallneukirchen (Autriche), petit tremblement, plus fort à Lindach. (M. Boué.)

— Le 10 encore, 4 h. 27 m. du soir, à Java, première secousse d'un tremblement désastreux qui a duré deux minutes. Des villages entiers sont détruits. Au fort Guillaume, plusieurs pendules se sont arrêtées, tandis que l'horloge s'est mise à sonner sans interruption; les murailles ont été crevassées. A Banjoe Beroe, la caserne d'artillerie s'est écroulée. A Samarang, les cloches se sont mises en branle; des craquements ont été entendus dans les charpentes des maisons. Les places de Tjandi, Kedirie, Toeloeng et Trengalek ont beaucoup souffert. Djokjocarta est la localité qui a le plus périclité; elle est à moitié détruite; le palais du sultan, l'église et le fort ne sont plus qu'un monceau de ruines. Les pertes sont évaluées à quatre millions de florins, le nombre des morts à trois cents. A Batavia, le tremblement s'est fait sentir sans y causer de grands dégâts.

— Le 11, M. Mauget a fait au Vésuve une excursion dont il a communiqué les résultats à M. Ch. Sainte-Claire-Deville. (C. R., t. LXV, p. 898.)

— Le 24, 1 h. 5 m. du matin, à Aumale (Algérie) et dans les environs, une secousse brusque et très-courte.

Le 29, 8 h. 1/4 du soir, à Mouzaïaville, une violente secousse précédée d'une détonation terrible. Elle a été ressentie à Blida et dans les environs. (M. Aucapitaine.)

On lit dans l'*Union*, du 3 juillet : « Une dépêche d'Aumale, en date du 29 juin, contient ce qui suit : Une vive, mais courte

secousse de tremblement de terre s'est fait sentir cette nuit, vers 1 h. Pas d'autre dégât que la chute d'une portion de corniche de la caserne de gendarmerie. » (Comm. de M. le vicomte de Sarcus.)

— Le 30, 7 h. 53 m. (*sic*), à Littai (Illyrie), trois secousses de l'ENE. à l'OSO. avec bruit pareil au tonnerre. Durée, un tiers de seconde seulement. La plus forte a été la deuxième. (M. Boué.)

— Le 30 encore, heures non indiquées, à San Salvador (Amér. centrale), sept secousses, sans dommages considérables. (M. Ant. d'Abbadie, et *Opinion nationale*, 16 août.)

Juillet. — Le 5, 5 h. du soir, à San Salvador, tremblement, communiqué sans détails par M. Rouaud y Paz Soldan.

— Le 6, à Valence (Espagne), deux légères secousses de l'est à l'ouest et de peu de durée, avec bruit souterrain.

— Le 7, à Mételin, nouvelles secousses. La peur s'est de nouveau répandue parmi les habitants.

Le 8, on écrit de Syra : « Le travail volcanique dans l'île de Santorin n'a pas encore subi de temps d'arrêt; les nouveaux terrains, qui s'étendent toujours, s'avancent en ce moment vers le sud et sont seulement à une distance de quatre à cinq mètres de Mikra-Kamméni, du côté du nord. La mer, en cet endroit, n'a aujourd'hui que trois mètres de profondeur, au lieu de vingt et un qu'elle avait autrefois.

» Aphroëssa reste stationnaire, tandis que les îles situées entre Aphroëssa et Palaea-Kamméni subissent incessamment un léger affaissement. Vattia s'est divisée en deux îlots par suite de cet affaissement sur la ligne médiane.

» Autour des nouveaux terrains, la mer affecte toujours une couleur jaune verdâtre; la température des eaux est de 20 à 60 degrés Réaumur. Les émanations volcaniques ne cessent pas, et, ce qu'il faut surtout déplorer, c'est qu'elles détruisent la végétation toutes les fois qu'il survient une pluie légère ou un brouillard. C'est ainsi qu'une partie des vignes de Santorin a été détruite dernièrement.

» M. De Cigalla, le savant géologue hellène, qui, depuis l'origine, suit le développement de ces phénomènes avec un zèle qui ne se dément pas, et à qui sont dues les observations qui pré-

cèdent, pense qu'il se prépare une grande éruption dont le résultat sera la formation d'un véritable cratère au sommet de l'îlot Georges Ier. »

Le 22, 3 h. 5 m. du soir, à Mételin, une très-violente secousse, suivie à de faibles intervalles de plusieurs autres, à faire craindre un instant les plus graves désastres. Les nombreux ouvriers épouvantés quittaient aussitôt leurs travaux et semblaient se diriger instinctivement vers le rivage. Au même moment les constructions s'écroulaient dans la ville. On assure qu'à Ipios, village situé à peu de distance de Mételin, des maisons, en s'effrondrant, ont fait quelques victimes. Le découragement semble s'emparer de tous les esprits; la plupart des habitants qui avaient fait réparer leurs maisons se sont hâtés de les abandonner pour aller de nouveau vivre dans les baraques et sous des tentes.

On signale encore d'autres secousses à 2 h. et à 4 h. du soir.

Le même jour, 3 h. 20 m. du soir, à Smyrne, une secousse.

Le 26, 11 h. 50 m. du soir, à Zante, une forte secousse.

Le 30, 5 h. 10 m. du matin, tremblement long et fort.

— Le 11, 5 h. 44 m. du matin, à Aci-Catena, Santa-Lucia et Carico (Sicile), fort tremblement sans dégâts sensibles. Il fut léger à Acireale. (M. Grassi.)

— Le 16, peu après midi, à Lima, tremblement. (M. Paz Soldan.)

— Le 19, 4 h. 20 m. du soir, à Sétif (Algérie), une secousse du sud au nord. Pas de dégâts en ville. Elle a été beaucoup plus forte dans le voisinage : le moulin de l'Oued Kerma a éprouvé quelques dommages, et plusieurs maisons ont été fortement ébranlées aux Eulma. (M. Aucapitaine.)

— Le 22, de 10 h. du soir à minuit, à Sainte-Solange (Cher), grande tempête. « Je crois bien, écrit M. Jullien à M. Barral, avoir ressenti une ou plusieurs secousses de tremblement de terre. » (*Journal de l'Agriculture*, t. III, p. 443, 5 septembre 1867.)

— Le 22 encore, heure non indiquée, près de Diarbékir (Mésopotamie), seize villages ont été engloutis avec tous leurs habitants, à la suite de violentes secousses, occasionnées probablement par une éruption volcanique.

— Le 23 (n. st.), 2 h. 48 m. du soir, à Schemakha, deux secousses de l'est à l'ouest.

Le même jour et à la même heure, 2 h. 48 m. du soir, à Moukhravane (Caucasie), une secousse de huit secondes de durée. A 97 verstes de Schemakha, à la station de Geoktchei, une secousse le même jour; on n'en indique pas l'heure.

Le 23 encore, 3 h. du soir, à Zournabad, trois secousses consécutives. La première, qui allait du SE. au SO. (*sic*), a été accompagnée d'un bruit semblable au grondement du tonnerre et a duré environ 30 secondes. Peu après, une deuxième secousse, légère; puis une troisième, accompagnée également d'un court grondement et plus forte que les deux précédentes. Les murs de plusieurs bâtiments ont été ébranlés. Le même phénomène s'est fait également sentir à Elizabethpol, quatre verstes à l'ouest de Zournabad. Ciel nuageux, thermomètre à 19 degrés R.

— Le 29, vers 6 h. du matin, à Oloron. « Depuis quelque temps, dit le *Glaneur d'Oloron*, des orages violents éclatent presque chaque jour et causent des ravages déplorables..... Le tremblement de terre s'en mêle aussi, et nous avons senti plusieurs secousses lundi dernier (le 29), vers 6 h. du matin. Mercredi soir, un nouvel orage a fondu tout à coup sur la ville et les environs..... Le lendemain, jeudi, il s'est renouvelé avec la même intensité, moins la grêle. » (*Courrier de Bayonne,* 7 août. Comm. de M. Ant. d'Abbadie, de l'Institut.)

Août. — Le 1er, 1 h. 30 m. du matin, à Zante, une forte secousse.

Le 20, 6 h. 30 m. du matin, une forte secousse encore, et le 26, 5 h. 15 m. du matin, une secousse.

— Le 1er encore, vers 4 h. du soir, à Tarbes (Hautes-Pyrénées), orage épouvantable pendant un quart d'heure, arbres déracinés, murs renversés, etc. « Dans plusieurs maisons, des galeries, bien que situées à des étages inférieurs, se sont écroulées; accidents qui ne peuvent guère s'expliquer, dit l'*Ère impériale,* que par des secousses de tremblement de terre qui auraient accompagné les autres phénomènes. » (*Courrier de Bayonne*, du 9 août.)

— Le 7, entre 3 et 4 h. du soir, dans l'île de Mindanao (Phi-

lippines), tremblement au moins aussi violent que celui de Manille en 1863. Le mouvement d'oscillation s'est produit du nord au sud. A Missamis, la première secousse a duré de 25 à 30 secondes; celle qui l'a suivie, à 30 secondes d'intervalle, a eu la même durée et la même force.

A 10 h. du soir, le mouvement a recommencé, moins violent, mais plus prolongé, et depuis lors jusqu'au 9 *septembre*, les secousses se sont renouvelées *presque tous les jours*, en perdant graduellement de leur intensité.

A Ilaya, la durée des oscillations a été la première fois de 68 secondes. Le sol s'est ouvert en plusieurs endroits et dans différentes directions. Il sortait de ces fissures un liquide noirâtre et une odeur fétide; et les sables qui forment le fond de la rivière étaient projetés avec force au-dessus de l'eau. Heureusement, il n'y a eu aucun accident à déplorer, attendu qu'à Mindanao il n'existe pas d'édifice en pierre; toutes les constructions y sont en bois ou en bambou. (*Moniteur,* du 15 décembre, d'après une lettre de Manille en date du 16 octobre).

— Le 18, 10 h. 45 m. du soir, à Serreta (Terceire), une secousse très-violente. C'est la dernière mentionnée par MM. Deville et Janssen. (Voir au 1er juin précédent.)

— Le 23, M. Diego Franco a fait au Vésuve une ascension dont il a communiqué les résultats à M. Ch. Sainte-Claire-Deville, dans une lettre datée de Naples le 24 décembre 1867, qu'on pourra lire aux *Comptes rendus* de l'Académie, t. LXVI, p. 159.

— Le 27, entre 1 h. et 2 h. du matin, à Lochbroom (Écosse), une assez forte secousse du SE. au NO., précédée d'un bruit d'abord semblable au roulement d'une voiture sur le pavé, croissant graduellement et finissant comme par un coup de tonnerre.

— Le 30, dans la soirée, dans le glacier de Vatnajokull, éruption sur laquelle le *Journal des Débats*, du 16 septembre, publie la correspondance télégraphique suivante, écrite de Peterhead (Islande) : « Après avoir quitté Reigjavik, sur le steamer-poste *Arcturus*, nous fûmes témoins, dans la soirée du 30 août, à quelques milles du cap Rigkianess, et aussi dans la nuit du lendemain 31, à cent milles d'Ingalfshofdi, d'une éruption vol-

canique qui nous a paru très-grande. Autant que nous avons pu en juger, cette éruption nous a semblé provenir de l'une des branches SE. du glacier, le grand Vatnajokull. » (*Times*.)

— Le 31, midi 20 m., à Lima, tremblement court et violent. (M. Paz Soldan.)

Septembre. — Le 1er, 9 h. 15 m. du soir, à Tripolitza (Morée), une forte secousse.

Le 19, entre 5 et 6 h. du soir, aux îles Ioniennes et dans le sud de la Grèce, tremblement qui s'est étendu d'un côté jusqu'à l'île de Candie et de l'autre jusqu'à Malte et en Sicile.

A Philiatra (Morée) et à Cérigo (ancienne Cythère), 5 h. du soir, une secousse.

A Zante, 5 h. 20 m., tremblement très-long, mais sans violence; mouvement ondulatoire.

A Malte, 5 h. 25 m., trois secousses.

A Corfou, 5 h. 30 m., une secousse très-longue, sans violence, du NE. au SO. et de vingt-cinq secondes de durée.

A Céphalonie et à Sainte-Maure, même heure, 5 h. 30 m. du soir, une secousse très-longue, dont on n'indique ni la direction ni la durée.

A la Canée (Candie), même heure, une forte secousse ondulatoire du nord au sud et de dix à quinze secondes de durée. C'est à tort, je crois, qu'un journal indique 4 h. 1/2 du soir.

A Tripolitza (Morée), 5 h. 45 m., une forte secousse.

A Messine, entre 5 et 6 h. du soir, une courte secousse.

A Patras, à Athènes et à Cythienne (Morée), 6 h. du soir, une secousse.

Le 20, entre 5 et 6 h. du matin, aux mêmes lieux, nouveau tremblement.

A Corfou, 1 h. du matin, une première secousse, légère. A 5 h. 5 m. du matin, tremblement sans violence, du NE. au SO. et long de vingt secondes. Suivant Mme Scarpellini, ce tremblement eut lieu à 5 heures et ne dura que dix secondes. « Au même moment, ajoute-t-elle, et pendant toute la journée, la mer éprouva un flux et un reflux par lesquels les eaux s'avançaient d'environ vingt pas sur diverses plages de l'île et se retiraient ensuite en

laissant sur le sol une quantité de poissons. Le phénomène cessa graduellement. »

A Zante, 5 h. 3 m. du matin, un des plus longs tremblements qu'on y ait sentis. A 5 h. 15 m., 5 h. 40 m., 5 h. 45 m. et 5 h. 49 m., quatre nouvelles secousses. A 6 h. 45 m. du matin, tremblement encore plus long que celui de 5 h. 3 m.

A 5 h. 30 m. du soir, autre tremblement long et violent. Un phénomène curieux se manifesta après la première secousse de 5 h. 3 m. du matin, m'écrit M. Stephanos, auquel j'emprunte presque tous ces détails. « Un flux et un reflux continuels de la mer s'ensuivirent et durèrent jusqu'à 5 h. du soir. Dans les endroits de la côte, où la mer n'est pas profonde, le fond se découvrit et resta à sec. Il en fut de même dans le petit fleuve de Saint-Charalambe, qui est à l'extrémité SO. de la ville, de telle sorte qu'on pouvait prendre, avec la main, des poissons et des anguilles au fond de la mer et du lit du fleuve. Les eaux de la mer s'élevèrent jusqu'à trois pieds au-dessus de leur niveau ordinaire. L'eau des sources et des puits se troubla. »

A Céphalonie, 5 h. 15 m. du matin, tremblement long et violent; à 6 h. 45 m. du matin, une secousse encore. On ne mentionne pas de mouvement dans les eaux de la mer.

A Sainte-Maure, 5 h. 30 m. du matin, tremblement long et fort. Même phénomène de la marée qu'à Zante. Les barques, stationnées dans le port, soulevées par le flux, sont montées sur le quai en se heurtant les unes contre les autres.

Les secousses de cette matinée paraissent avoir été plus fortes dans la Grèce continentale.

A Philiatra (Morée), 4 h. 30 m. du matin, une longue secousse de l'ouest à l'est. A 5 h., une secousse plus forte avec détonation, mouvement brusque et saccadé; une nouvelle secousse quelques minutes après et, à 5 h. 30 m., une nouvelle secousse de l'ouest à l'est et de quatre secondes de durée; mouvement régulier. A 10 h. du matin, une secousse forte et brusque.

A Calamata, 5 h. du matin, plusieurs secousses. Flux et reflux de la mer, qui s'est retirée jusqu'à quinze mètres de la côte et davantage à Pétalidi, où elle s'avança jusqu'à deux mètres sur le

rivage. Dans la commune d'Avia (province de Laconie), le couvent de Marvinitza s'est écroulé et deux religieuses ont péri sous les décombres.

A Nauplie (Naples de Roumanie), 5 h. 15 m. du matin, tremblement avec détonation, qui dura vingt secondes. Flux et reflux de la mer pendant lesquels le fond de la mer s'est montré à sec. Les canots stationnant au port ont touché à plusieurs reprises. On écrit qu'on n'y avait pas ressenti de secousse aussi forte depuis 1836. Point de dommages.

A Chalcis, 5 h. 30 m. du matin, secousses réitérées. Les eaux du moulin et de l'Aréthuse ont disparu pour un instant à deux reprises; elles ont reparu troublées.

A Athènes, même heure, légères secousses. A Cythienne, une violente secousse qui fit tomber les tuiles des maisons; flux et reflux de la mer qui recula jusqu'à un mètre du rivage et laissa le fond à sec; elle s'éleva à six mètres au-dessus de son niveau ordinaire, elle paraissait être en ébullition. Ce phénomène dura jusqu'à 9 h. du matin. Une ancienne tour s'est écroulée.

A Patras, 5 h. 30 m. du matin, une secousse et, à 6 h. 30 m. du matin, une nouvelle secousse plus forte; sans dégâts.

A Tripolitza, 5 h. 1/2 du matin, fort tremblement horizontal du sud au nord et de trente secondes de durée; pas de dégâts. Quelques minutes après, une nouvelle secousse. Les secousses continuent pendant la journée. Elles n'y avaient pas encore cessé jusqu'au 28.

A OEsylos (Vitula, Magne occidental), dans la matinée, plusieurs fortes secousses avec dégâts; Aréoupolis a le plus souffert. Les secousses ont été le plus violentes au cap Drosos. Plusieurs anciennes tours sont tombées. Des maisons aussi se sont écroulées et quelques personnes ont péri sous les décombres.

Les secousses duraient encore au 8 octobre suivant dans cette partie de la Grèce continentale.

Du 19 au 20 septembre, sans indication d'heures, à Sparte, diverses secousses. Celle du 20 au matin fut la plus forte de toutes. Mouvement horizontal du sud au nord. Plusieurs maisons lézardées. Ces secousses ont été ressenties sur une très-grande étendue

et en particulier dans le Magne occidental, où elles ont fait beaucoup de dommages: Trente maisons se sont écroulées à Izetzino, village du canton de Lacédémone; une église très-ancienne dans le village de Petrina s'est lézardée en plusieurs endroits; le clocher du couvent de Zarbitza est tombé. Les eaux de plusieurs sources ont augmenté, surtout celles du Prodromos, de Trypa et de Saint-Pantaléon de Mistra. Dans le village de Vourlia une nouvelle source d'eau douce a jailli.

Le 20, 5 h. 1/2 du matin, à Cérigo, une forte secousse. Phénomène de la marée qui s'éleva jusqu'à 7 ou 9 pieds et inonda les magasins du port; les barques sont montées sur le quai et y sont restées après le reflux qui dura jusqu'à midi.

Les secousses y ont continué jusqu'au 22.

Le même jour 20, 5 h. du matin, à la Canée (Candie), une secousse plus forte que celle de la veille et de même direction. A 5 h. 15 m. du matin, une nouvelle secousse semblable et encore du nord au sud. « Peu après le tremblement, ajoute Mme Scarpellini, on observa dans le port un phénomène jusqu'alors inconnu; la mer monta et baissa instantanément de trois à quatre pieds; ce double mouvement se renouvela toutes les dix ou quinze minutes pendant deux heures. A la reprise du vent ENE., le phénomène se renouvela à de plus longs intervalles et avec une intensité décroissante; il ne cessa que vers 2 h. du soir. Ces soulèvements et ces abaissements alternatifs de la mer produisirent un effet singulier en avant du port et dans le port même. C'était une espèce de bouillonnement avec courants tourbillonnants. »

Le *Galignani's Messenger*, du 13 novembre, indique la direction de l'est à l'ouest et porte à dix secondes la durée de la secousse du 20 au matin, qu'il signale comme unique. Il ajoute que le niveau des puits fut également altéré et que le cuivre du fond du *Wisard*, qui se trouvait dans le port, devint tout à coup clair et brillant.

Suivant M. Stephanos, il y eut plusieurs secousses dont il n'indique pas les heures; des maisons s'écroulèrent et les murs de la forteresse furent lézardés en plusieurs endroits.

Les 19, 20 et 21, à Santorin, diverses secousses: On a re-

marqué que pendant ces trois jours l'éruption était plus violente.

Le 20 encore, 3 h. 54 m. du matin, à Acireale (Sicile), une secousse légère. A 7 h. 9 m. du matin, autre secousse ondulatoire, très-sensible. Celle-ci fut plus forte à Catane où la mer se retira assez loin du rivage au moment du choc.

Le même jour, entre 5 et 6 h. du soir, à Messine, autre secousse plus forte que celle de la veille.

Enfin le 20 encore, heure non indiquée, mais dans la matinée, à Malte, une forte secousse.

Le 21, 9 h. 40 m. du matin, à Corfou, une secousse de l'ouest à l'est et de douze secondes de durée. A 9 h. 55 m. du matin et à 10 h. du soir, deux autres secousses légères.

Le même jour, 11 h. 35 m. du matin, à Zante, une secousse.

Le 24, heure non indiquée, à Calamata (Morée), une secousse.

Le 25, 2 h. 45 m. du matin, à Zante, tremblement très-long. Atmosphère lourde, chaleur étouffante pendant la journée et la nuit.

Le même jour, à Calamata, autre secousse dont on n'indique pas l'heure.

— Le 3, 2 h. du matin, à Deka (Marmarosh, Hongrie), une secousse assez forte.

Minuit du 11 au 12, à Esseg, une secousse de l'ouest à l'est et de trois secondes de durée.

Le 12, 1 h. du matin, deux secousses plus faibles.

Le même jour, 4 h. du matin, à Deka, nouvelle secousse, semblable à celle du 3; des portes se sont ouvertes; les lits ont été balancés. (M. Boué.)

— Le *dimanche* 3, 8 h. 1/2 du matin, et le *lundi* 4, 3 h. 1/2 du soir, à San Salvador (Amérique centrale), deux tremblements signalés ainsi par M. Rouaud y Paz Soldan. Il y a évidemment erreur de date. Le 3 septembre était un mardi et le 4 un mercredi en 1867. Cependant, à la suite des tremblements rapportés plus haut, au 30 mai, au 16 juillet et au 31 août, M. Paz Soldan ajoute : « Dans cette année même, on a senti le dimanche 3, etc.... » Ceux-ci ne seraient-ils pas de 1865, année où le 3 septembre était un dimanche?

— Le 5 à Schemakha et à Bakou (Caucasie), tremblement.

Le 22, à 1 h. du matin, à Tiflis, une secousse assez forte. *Le Tour du Monde*, qui, dans la *Chronique* de son n° 413, indique ces deux faits, ne dit pas s'il s'agit de l'ancien ou du nouveau style. Il ajoute que le port de Bakou a été inondé par suite des débordements de la mer Caspienne, mais sans donner la date de ce dernier phénomène.

— Le 9, à Mindanao, les secousses duraient encore. (Voir au 7 août précédent.)

— Le 11, à Guayaquil, fort tremblement, précédé de détonations volcaniques pendant plusieurs jours.

— Le 13, 1 h. du soir, à Arica (Pérou), tremblement. (M. Paz Soldan.)

— Le 15, 2 h. du soir, à Carache et autres lieux des Andes venezueliennes, forte secousse.

Le 20, dans la Cordillière centrale de la Nouvelle-Grenade, secousses répétées. Il y en avait eu déjà les jours précédents, il y en eut encore les jours suivants.

Le 22, vers 12 h. de la nuit (*sic*), à Caracas, petit temblor du SO.

Le 28, entre 7 et 8 h. du soir, à Carache et aux mêmes lieux que le 15, fort tremblement.

— Le 16, 8 h. 15 m. du soir, à Hansdorf, Strasburg, Gurk (Carinthie), une secousse ondulatoire de deux secondes, précédée d'un bruit pareil au tonnerre. Pluie d'orage à 2 h. du soir; à 6 h., beaucoup d'éclairs. Maisons ébranlées. (M. Boué.)

— Le 18, 4 h. 35 m. du soir, à Bédarrieux (Hérault), une forte secousse.

— Le 22, 3 h. du matin, à Terceire (Açores), tremblement très-fort, dirigé est-ouest; il a été ressenti dans toute l'île, mais surtout dans la partie occidentale. Pas de dommages. (C. R., t. LXV, p. 965.) M. Fouqué, qui le rapporte, ne l'a pas ressenti. Il était en mer et visitait l'endroit où s'est faite l'éruption du 1er au 8 juin. J'ai reproduit à cette date la lettre dans laquelle il rend compte de ses observations.

— Le même jour, 4 h. du soir, à Turin, à Menton et sur la côte Ligurienne, fort tremblement. (M. Boué.)

— Le 22 encore, 5 h. 35 m. du soir, à San Francisco (Californie), une secousse ressentie par quelques personnes seulement. Oscillations du NO. au SO. (*sic*), et de deux secondes de durée.

— Le 27, à Castellamare, « tremblement qui effraya simplement la population, mais qui eut, m'assure-t-on, dit M. Mauget, des effets plus désastreux vers les Calabres. Cette secousse souterraine produisit instantanément l'engorgement de l'un de nos plus beaux puits artésiens de la vallée du Sebeto (puits Raffaele Mazza), situé au bord et à peu près à mi-chemin de la route qui, de San Giovanni à Teduccio, conduit à Poggio Reale; au moment de la secousse le produit se trouva réduit des neuf dixièmes environ. » (C. R., t. LXVI, p. 163.)

Le 30, 4 h. 45 m. du matin, à Locorotundo (prov. di Bari delle Puglie), une légère secousse, notée par M. le docteur Alexis Campanella. C'est la seule qu'on y ait ressentie dans l'année. (M[me] Scarpellini.)

Pendant ce mois et le suivant, le nouveau cône adventif du Vésuve a été assez tranquille, donnant à peine des vapeurs. (M. Franco Diego, C. R., t. LXVI, p. 160.)

— Je trouve l'article suivant dans le *Courrier* de San Francisco, du 10 octobre : « *Découverte d'une région volcanique.* Le *Post*, de Montana, raconte qu'une compagnie d'explorateurs est revenue des sources de la rivière Yellowstone en disant qu'elle avait découvert une des plus grandes merveilles du monde. Pendant huit jours la compagnie a voyagé au milieu d'un pays volcanique, couvert de nombreux cratères d'où s'échappaient une flamme bleuâtre et des ruisseaux de soufre. Les cratères, ayant généralement de 4 à 8 pieds de diamètre, se trouvaient également dans la plaine et au sommet de petits mamelons mouvants. Le sol résonnait sous les pieds des voyageurs et semblait prêt à se dérober sous eux. Ils ont donné à ce charmant pays le nom d'Enfer. »

Octobre. — Le 1er, 9 h. 55 m. du matin, à Lisbonne, petit tremblement en trois oscillations horizontales, dont la durée n'a pas paru dépasser deux secondes. Les barreaux magnétiques ont continué pendant deux minutes les oscillations verticales que leur a imprimées le tremblement. (M. Fradesso da Silveira.)

— Le même jour, 4 h. 35 m. du soir, à Bédarrieux (Hérault), une violente secousse. (Comm. de M. le vicomte de Sarcus, d'après l'*Union*, du 5, qui dit : « Mardi dernier... ».) N'est-ce pas la même secousse que j'ai citée au 18 du mois précédent, d'après le *Moniteur du soir*, du 24 septembre?

— Le 2, heure non indiquée, à Métclin, une forte secousse. Une heure après, deux secousses assez fortes, et deux autres pendant la nuit. La température y était très-haute.

Le 3, une nouvelle et forte secousse.

Le 4, 10 h. 10 m. du matin, à Zante, une secousse légère.

Le même jour, 11 h. du matin, à Calamata, une longue, mais légère secousse.

Nuit du 4 au 5, en Messénie et en Laconie, tremblement plus ou moins fort suivant les lieux. La terre s'est fendue. La mer s'est retirée de trente mètres en laissant à sec des poissons et des coquilles; elle est revenue avec violence en inondant la plage. Cythyum a été englouti par les eaux. Patras, Chalcis et Athènes n'ont rien senti.

Le 8, 5 h. 15 m. du matin, à Zante, une forte secousse, accompagnée d'un rombo (bruit), comme l'explosion d'une bombe. Une seconde secousse quelques minutes plus tard.

Le même jour, heure non indiquée, à Smyrne, tremblement sans dégâts.

Au 8, les secousses continuaient encore dans le Magne occidental.

Le 10, matin et soir, à Chalcis, deux secousses violentes, ressenties aux mêmes heures (qu'on n'indique pas) et avec la même intensité à Athènes.

Le même jour, 5 h. du soir, à Zante, une forte et longue secousse avec un fort rombo; dix minutes après (5 h. 10 m.), une forte et longue secousse avec rombo fort et long.

Le 11, 5 h. 15 m. du matin, une longue secousse avec rombo, plus forte que celles de la veille. A 5 h. 25 m., une légère secousse. Puis à 9 h. 15 m. du matin, pluie abondante qui se renouvela à 7 h. $^1/_2$ du soir avec éclairs et tonnerre.

Le 13, 8 h. 25 m. du matin, encore une forte secousse avec rombo.

Le 17, 3 h. 45 m. du matin, à Corfou, une secousse.

A cette date, suivant la *Régénération* de ce jour, les secousses continuaient encore à Calamata.

Le 21, 9 h. 12 m. du matin, à Zante, une secousse avec rombo. Depuis le tremblement du 20 septembre, on entend très-souvent des bruits souterrains qui ressemblent à des coups de canon tirés de loin.

Le 22, 9 h. du matin, à Tripolitza, tremblement vertical, très-fort et de peu de durée.

A Patras, même heure, plusieurs secousses.

Les secousses qui ont eu lieu dans la Morée et dans l'Asie Mineure, pendant les mois de septembre et d'octobre, ajoute M. Stephanos, se sont propagées aussi dans le bassin de la mer Égée (archipel grec). Elles ont été ressenties en particulier dans les îles de Sciathos et de Scopilos.

Le 23, 8 h. 45 m. du matin, à Zante, tremblement long et très-fort, précédé de rombo. Ce tremblement est le plus fort de ceux qui ont eu lieu depuis le 19 septembre. Quelques vieilles maisons endommagées et les murs de la plupart des autres lézardés. Pluie à 4 h. du soir.

Le 24, 7 h. 45 m. du matin, une légère secousse avec un fort rombo. A 6 h. du soir, éclairs, tonnerre, foudre et pluie abondante.

Le 25, 6 h. 45 m. du matin, encore une légère secousse avec rombo.

— Le 3, 2 h., 2 h. $^1/_2$ et 3 h. du matin, à Mistrella (Sicile) et dans toute la délégation, trois secousses précédées d'un fort bruit pareil au tonnerre. La première fut verticale et les deux autres ondulatoires. La seconde fut moindre que la première, et la troisième, la plus longue et la plus forte de toutes, ne dura que cinq secondes. (Mme Scarpellini.)

— Le 10, 5 h. du matin, à Carache et autres lieux des Andes venezueliennes, fort tremblement.

Le même jour, 2 h. du soir, à Caracas, petit *temblor*.

Le 24, 1 h. 54 m. du soir, à Petare, fort tremblement, peu sensible à Caracas.

Le 25, 10 h. du soir, à Caracas, petit *temblor*.

— Le 13, 7 h. 1/2 du soir, à Paissais (Orne), une violente secousse qui semblait venir des côtes de la Manche. On l'a ressentie dans beaucoup de communes voisines; mais on n'a rien remarqué à Domfront, qui n'est éloigné de Paissais que de treize kilomètres.

— Le 25, vers 2 h. du soir, le cône adventif du Vésuve, assez tranquille depuis le mois d'août, commença à rejeter un peu de cendre noire jusqu'au 5 novembre. (M. Mauget, C. R., t. LXVI, p. 163.)

— Nuit du 25 au 26, minuit 25 m., à Aïn-Smara, province de Constantine, une forte secousse qui n'a duré qu'une seconde; après, il s'est fait entendre un bruit sourd, accompagné d'un mouvement léger, partant du nord vers le sud.

La même nuit, à Constantine, une secousse dont l'heure n'est pas indiquée.

— Le 26, 1 h. 1/2 du soir, dans le pays des Natchez et la Louisiane, forte détonation et mouvement du sol, dont le *Times* de Wicksburg, du jeudi 7 novembre, rend compte de la manière suivante :

« *Was it an Earthquake?* Le *Natchez-Courrier*, de samedi dernier, contient l'article suivant : On n'a pas encore expliqué d'une manière satisfaisante le bruit extraordinaire que nous avons entendu *samedi dernier*, vers 1 h. 1/2 de l'après-midi. Ce bruit, semblable à un coup de canon, a fait trembler les meubles et même les maisons. Il a été plus sensible encore du côté de la Louisiane. Deux forts glissements de terrains ont eu lieu au-dessus et au-dessous de la ville sur les bords du Mississipi. Ils ont été causés probablement par une légère secousse de tremblement de terre. Nous sommes cependant surpris de n'en voir aucune mention dans les journaux de Wicksburg, ni dans les dépêches télégraphiques qui nous parviennent des diverses régions où ce phénomène remarquable s'est manifesté. » (M. W. Mallet.)

— Le 29, 3 h. 55 m. du matin, à Tardès (Carinthie), une secousse du NO. au SE. et d'une seconde de durée, avec bruit pareil au tonnerre. Les verres ont vibré. (M. Boué.)

— Le même jour, aux îles Vierges (Antilles), ouragan désas-

treux, pendant lequel on a constaté, à l'île Saint-Thomas, deux secousses distinctes, dont plusieurs édifices ont conservé des traces évidentes. Des lettres particulières disent même qu'on a constaté trois tremblements. L'île de Tortola a été inondée en partie; on avait dit d'abord que toute la population avait péri.

— Vers la même époque, éruption volcanique à l'île Juan Fernandez ou dans les environs. Voici le rapport communiqué par le capitaine Simpson, commandant la *Coronella*, entré dans le port de Lota (Pérou), le 1er novembre suivant :

« Nous naviguons avec calme ou vents contraires,..... tout à coup, vent fort, accompagné de sept tremblements de terre (7 temblores). Ceci a lieu à cent milles environ au SE. de Juan Fernandez.

» Pendant l'espace de deux heures, après lesdites secousses, nous marchons à travers une eau aussi blanche que du lait. Nous jetons la sonde sans trouver de fond à cent pieds. A la surface de la mer se voit une quantité considérable de poissons morts, *y bandadas de pajaros lanzaban fuertes graznidos per todas partes.* »

Le capitaine attribue ce phénomène à une éruption volcanique qui aurait eu lieu dans le voisinage de Juan Fernandez ou dans l'île même, dont une partie s'affaissa à la suite d'un tremblement de terre dans le siècle dernier. (Comm. de M. Rouaud y Paz Soldan.)

— Je lis dans le *Courrier de San Francisco,* du 30 novembre : « La barque *Comet,* arrivée de Honolulu, nous apporte des nouvelles de l'archipel Hawaïen jusqu'au 23 octobre. . . . . Le *Comet* avait éprouvé une secousse de tremblement de terre deux jours après avoir quitté San Francisco (*sic*). Deux chocs distincts eurent lieu à une minute d'intervalle. »

La barque *Comet* est arrivée le 8 novembre à San Francisco, après 18 jours, de Honolulu. Est-ce au départ ou au retour qu'a eu lieu le tremblement? Aux Sandwich ou près de la côte de Californie?

Novembre. — Le 1er, 9 h. 45 m. du soir, à Zante, trépidations du sol, précédées de mugissement.

Le 3, à Smyrne, une secousse. Le 4, une secousse nouvelle, et le 5, pendant la nuit (*sic*), encore une secousse légère.

Les mêmes jours, à Métclin, à Cydonies et à Phocée (Asie Mineure), fortes secousses dont on n'indique pas les heures.

D'après M. Trangudi, consul de Grèce à Janina, des secousses ont été ressenties aussi dans cette ville et dans le reste de l'Épire.

Le 18, 11 h. 40 m. du matin, à Zante, trépidations du sol, sans bruit.

— Le 2, 5 h. 55 m. du matin, à Caracas, petit *temblor*.

Le 10, 10 h. 50 m. du soir, tremblement semblable, suivi d'un autre quelques minutes plus tard.

Le 15, 4 h. du soir, nouveau temblor léger.

Le 19, à l'île de Margarita (à l'est de Caracas), légers tremblements dans le jour; élévation des eaux de la mer; à Coche, elle fut de deux mètres, ailleurs de quatre et de six mètres.

« La direction SE. des petits tremblements que nous avons ressentis depuis quelques mois jusqu'à ce jour, dit M. le docteur Rojas, prouve que le mouvement vient des Andes; à l'appui de cette opinion, je rappellerai que les fortes secousses qu'on a ressenties en avril dans les pueblos de Merida se propagèrent uniformément à l'ouest, en ébranlant Maracaïbo, tandis que du côté du nord, elles ne s'étendirent qu'avec intermittence jusqu'à Caracas et dans les environs.

» La direction qu'a suivie et que suit encore la tempête séismique actuelle est marquée par un cercle qui part des Andes du Chili et du Pérou, suit l'équateur, passe à l'est des Andes de Grenade, coupe le Venezuela à la baie de Barcelona, passe à l'est de Porto-Rico entre cette île et St.-Thomas et poursuit son cours autour du globe. C'est sur les grandes et les petites Antilles qu'elle se décharge maintenant, et ce sont ses commotions dans cette région qui influent à leur tour sur la partie orientale du Venezuela et engendrent les secousses de la Margarita et de Carupano, où elles causent l'élévation des eaux au-dessus de leur niveau habituel. » (*El Federalista*, de Caracas, du 30 novembre.)

— Le 3, à Salt-Lake City, une secousse très-sensible, mais sans dommages. (M. W. Mallet.)

— Le 11, 11 h. 21 m. du soir, à la Jamaïque, fortes secousses qui se sont renouvelées la nuit et le lendemain. Cheminées renversées.

— Nuit du 12 au 13, éruption du Vésuve, annoncée à l'Académie des sciences par M. Pisani, qui écrit le 13 de Resina : « Cette nuit, minuit et demi, à droite des deux cônes de l'éruption du Vésuve de l'année passée, s'est ouvert un nouveau cratère. A la moitié du grand cône, du côté de Bosco Reale, s'est ouvert également un autre cratère, d'où est sorti un courant de lave. Dans la même direction, et précisément dans le plan de la lave de l'année passée, se sont formés deux autres petits cratères qui lancent beaucoup de pierres. Le cône principal est tout crevassé par suite des fortes secousses qu'il a reçues. » (C. R., t. LXV, p. 871.)

« Après le 5 novembre, écrit M. Mauget à M. Ch. Sainte-Claire-Deville, il y a eu un peu de relâche au cône du Vésuve. Les soirées étaient plus tranquilles et on voyait moins de pierres projetées en l'air. Vers le 10, les pierres ont commencé à devenir plus grosses, et le 12, à *minuit et quart*, on a ressenti à Resina, au moment où le Vésuve a fait explosion, une petite secousse qui a fait tomber quelques pierres et entr'ouvert une maison. Tous les habitants ont fui leur demeure, croyant à un tremblement de terre...... » (C. R., t. LXVI, p. 165.)

Le 15, M. Diego Franco a fait au Vésuve une exploration dont le récit se trouve aux *Comptes rendus*, t. LXV, p. 160-162.

Le 17, M. Palmieri a écrit de Naples à M. Ch. Sainte-Claire-Deville, une lettre qu'on lira avec un grand intérêt, dans le même volume, p. 897. En voici un extrait :

« Le 12 novembre courant, l'éruption se réveille et semble continuer les phénomènes précédents. Vers la fin du mois d'octobre, la température des anciennes bouches s'était élevée, et, de temps à autre, il en sortait pendant quelques heures de notables quantités de vapeur. Dans les premiers jours de novembre, les dégagements deviennent continuels et de plus en plus abondants; *le sol est agité par de petites secousses* signalées par le sismographe de l'Observatoire, et enfin le feu (ou les matières incandescentes), soulevant d'énormes masses de lave compacte qui remplissaient

l'ancien cratère, s'ouvre de nouvelles issues et forme quatre cônes : trois petits, qui, en peu de temps, se rejoignent, et un plus grand, qui, avec des détonations assez fortes, projette dans l'air des fragments de lave et donne, par une ouverture inférieure, issue au courant lui-même. Celui-ci, après avoir franchi en quelques points les bords de l'ancien cratère, se répand sur le plan supérieur du Vésuve, que traversent plusieurs fissures d'où s'échappe la vapeur.

» Quelques fumerolles, éloignées d'environ 150 mètres de la bouche de l'éruption, et qui donnaient de l'acide carbonique, continuent à en donner, il semble, en plus grande abondance.

» Les petites secousses du sol et les agitations des aiguilles de l'appareil de variation de Lamont sont devenues plus fréquentes et plus intenses depuis le commencement de l'éruption. *Le sismographe indique, en moyenne, dix secousses par jour.* »

Le 18, M. le professeur Giordano envoie à l'*Italia*, de Naples, la relation suivante :

« Je viens d'arriver du Vésuve, et je me mets en devoir de vous raconter ce qui s'est passé depuis le commencement de l'éruption actuelle jusqu'à ce jour. Depuis l'année dernière, le volcan était resté parfaitement calme, lorsque tout à coup, sans aucun signe précurseur, il commença le 13, vers 1 h. du matin, à lancer d'abord des roches calcinées et ensuite des matières incandescentes par quatre cratères à la fois.

» Il m'est impossible, tout aussi bien qu'à qui que ce soit, de dire si ces cratères se sont ouverts en même temps ou successivement, ou dans quel ordre ces premiers phénomènes se sont manifestés, car il n'y avait personne alors sur la montagne, et c'est le matin seulement que les premiers visiteurs trouvèrent ces cratères en éruption.

» Voici leur disposition : Le premier est situé à l'orient des deux cônes de l'année dernière; le second, à la moitié du grand cône, au sud-est, du côté de Bosco Reale; deux autres, plus petits, se trouvent sur la coulée même de l'année dernière. La seconde de ces quatre ouvertures était la seule qui rejetât des matières en fusion ou de la lave proprement dite. Celle-ci s'épanchait petit à petit et comblait les cavités du sommet de la montagne.

» A en juger par les effets, le premier éclat de l'éruption a dû être très-grave, quoiqu'il n'y ait eu ni bruit ni secousse qui se soient fait sentir à une grande distance; mais il s'est produit de notables fissures en sens divers, sur toute la superficie du grand cône.

» Le fait a donné lieu de craindre que l'éruption ne doive être très-sérieuse, et, en effet, dans l'espace de trois jours, tout le grand cratère s'est rempli de lave, si bien que, dans la nuit du 16 au 17, celle-ci a commencé à se déverser au nord et au nord-ouest sur la partie extérieure en trois courants qui ont atteint la longueur de 20 à 30 mètres.

» Aujourd'hui ces courants de lave sont arrêtés. Mais les quatre cônes en question, auxquels s'en est adjoint un cinquième, sont toujours fortement en éruption. Le cône central a gagné plus de dix mètres en hauteur, de sorte qu'on le distingue maintenant de Naples.

» La nature de la lave est celle qui est ordinaire au Vésuve, c'est-à-dire que c'est de l'*augilophyre*, et sur les cônes se montrent, comme d'habitude, les chlorures panachés qui en tapissent agréablement la surface. Quand la nature intime de la lave aura été mieux étudiée, je vous rendrai compte des résultats ainsi que de tous les autres phénomènes qui pourront se manifester dans l'éruption du volcan. » (*Débats*, 27 novembre.)

Le 24 novembre, on écrit de Naples au *Movimento :* « L'éruption continue. La nuit dernière on voyait descendre la lave avec sa lenteur ordinaire. En ce moment, elle couvre déjà, à quelques exceptions près, la pente sablonneuse par laquelle descendaient les gens qui visitaient la montagne. L'ascension du Vésuve est devenue désormais des plus dangereuses, tant à cause de la grande quantité des *lapilli* rejetés continuellement par le cratère, qu'en raison de la difficulté de revenir à l'esplanade *dei Cavalli*. Les guides eux-mêmes n'osent plus conduire les curieux qui arrivent en grand nombre et qui leur promettent cependant des salaires élevés. » (*Débats*, 30 novembre.)

Le 25, à Torre del Greco, secousses si violentes que la population craignait de voir se renouveler les désastres de 1861.

La nuit suivante, à Resina, l'escalier d'une maison fut renversé, une autre maison fut fendue par le milieu. L'éruption continue et grandit; un immense torrent de lave coule toujours. (*Moniteur*, 7 décembre). La suite au mois suivant.

— Le 14, au Nicaragua, éruption volcanique sur laquelle le ministre des États-Unis, M. A.-B. Dickerson, a transmis, de Léon, le 4 décembre suivant, au secrétaire d'État, un rapport officiel dont voici la traduction intégrale :

« Le 14 novembre dernier, un nouveau volcan a fait éruption au Nicaragua, à huit lieues environ à l'est de la ville de Léon, sur une chaîne d'évents volcaniques dont l'axe est parallèle à la côte du Pacifique.

» L'éruption a commencé vers 1 h. du matin, par une série d'explosions qu'on a distinctement ressenties et entendues à Léon. Ces explosions ont produit dans la croûte terrestre une fissure d'un demi-mille environ de longueur, commençant à une ancienne fracture située au SO. et passant à peu près à moitié chemin entre les volcans éteints de Las Pilas et d'Orota, deux des nombreux cônes qui s'élèvent sur ces failles anciennes.

» Le 14 au matin, avant le point du jour, on vit le feu s'échapper du nouveau volcan en divers endroits. Les explosions se renouvelèrent régulièrement pendant tout le temps que le volcan resta en éruption, se succédant quelquefois à de courts intervalles, et d'autres fois à des intervalles d'une demi-heure. Mais les bruits sourds, les grondements souterrains étaient presque incessants. Dans l'espace de quelques jours, deux cratères s'ouvrirent sur la nouvelle fissure à une distance d'un millier de pieds l'un de l'autre; l'un, situé à l'extrémité SO., projetait verticalement les matières volcaniques; l'autre, placé au NE., les lançait obliquement sous un angle de 45 degrés. Les flammes (?) s'élevaient de ces deux cratères en augmentant de volume et de hauteur, tandis que de simples jets de flammes et de plus petites décharges s'échappaient de deux ou trois autres fissures latérales.

» Dans la matinée du 22, je suis allé visiter ce volcan pour l'examiner de plus près, quoique, jour et nuit, je l'eusse vu et entendu de Léon. La meilleure vue que j'en aie eue, dans cette

exploration, c'est avant le point du jour, du sommet d'une montagne située à un mille environ au NE. des fissures. Le principal cratère, celui de droite, en pleine activité, projetait des flammes et des matières à moitié fondues, par un orifice d'environ 60 pieds de diamètre; les masses incandescentes le remplissaient continuellement et formaient, en retombant à l'entour, un cône régulier qui pouvait bien avoir déjà 200 pieds de hauteur.

» Le bord du cône semblait chauffé au blanc et l'extérieur au rouge jusqu'à moitié de la hauteur, tandis que plus bas les flancs paraissaient illuminés par une multitude innombrable de points brillants comme des étincelles. Ces jets lumineux se manifestaient avec une régularité tout à fait surprenante, une fois par seconde; ils étaient accompagnés d'une explosion forte et constante, et s'élevaient à une hauteur d'environ 500 pieds au-dessus de la bouche de l'orifice, en formant une colonne de flammes que sillonnaient des projectiles incandescents. A des intervalles de dix à trente minutes, des détonations plus fortes augmentaient encore l'intensité et le volume de ces décharges, et en projetaient les produits jusqu'aux nuages qui roulaient au-dessus. Les projectiles, ainsi lancés dans un état de demi-fusion, en masses de 2 à 3 pieds de diamètre, faisaient entendre un son métallique en retombant sur le cône déjà solidifié. Quand le jour eut paru, l'aspect du cône changea; de rouge qu'il était, il devint d'un noir bleuâtre. Le cratère de gauche lançait obliquement, sous un angle de quarante-cinq degrés, ses décharges de flammes d'un caractère semblable; il communiquait évidemment avec le premier par un canal souterrain, situé à un millier de pieds au-dessous de la surface; leurs décharges avaient lieu simultanément. Le cratère oblique (à moitié horizontal) avait une vingtaine de pieds de diamètre.

» Le 27, dans l'après-midi, après une série d'explosions qui semblaient faire trembler la terre jusqu'à son centre, le volcan commença à vomir du sable noir en grande quantité et des roches plus pesantes. A la nuit, la colonne de flammes parut avoir pris un accroissement considérable en hauteur. On vit, à l'œil nu, comme de brillants météores s'élancer au milieu des flammes et

jusqu'à une hauteur d'au moins 3,000 pieds; c'étaient des bombes volcaniques (de grosses pierres sphériqnes) de 4 à 5 pieds de diamètre.

» Le lendemain matin, les rues et les terrasses des maisons étaient couvertes d'une couche de sable fin et noir, vomi par le volcan, et un immense nuage lumineux versait une pluie de sable sur tout le pays environnant. Cette pluie de sable continua jusqu'au matin du 30, alors que s'éteignit le volcan qui parut épuisé par ses éruptions.

» Maintenant, ce sable recouvre tous les alentours du volcan, jusqu'à l'océan Pacifique, sur un rayon de plus de cinquante milles. A Léon il forme une couche d'un à deux huitièmes de pouce d'épaisseur. A mesure qu'on se rapproche du volcan, l'épaisseur de cette couche augmente graduellement et le sable lui-même devient plus gros. A un mille autour du cratère, le diamètre des grains varie de trois à quatre huitièmes de pouce et la couche atteint 1 pied d'épaisseur. Plus près du cône encore, elle varie par degrés et atteint plusieurs pieds et n'est déjà plus formée que de petits fragments de roches. A la base même du cône, ce n'est plus tout à l'entour qu'un amas informe de blocs énormes de quatre à cinq pieds de diamètre; mais ce sont encore évidemment de simples fragments de roches plus considérables.

» Le cône lui-même, d'environ 200 pieds de hauteur, est terminé par un cratère d'environ 200 pieds de diamètre et de 200 pieds encore de profondeur. Les parois, à l'intérieur et à l'extérieur du cratère, sont couvertes de blocs irréguliers qui n'ont pas moins d'un pied de diamètre. Une longue bande de scories noires s'étend du côté du NE. La lave scoriacée, la première issue du cratère principal, est maintenant recouverte de roches ignées, compactes, que les dernières décharges ont arrachées des plus grandes profondeurs. Les forêts ont été endommagées sur un espace de plusieurs lieues autour du volcan par les averses de sable, et près de sa base les arbres sont renversés et brisés en nombreux fragments, à moitié ensevelis sous le sable et les rochers. Si, pendant ces seize jours d'activité, le volcan a présenté un spectacle curieux et intéressant, sa vue, aujourd'hui qu'il est en repos,

n'offre pas un champ moins instructif et moins riche en observations pour les géologues. Il n'est pas, je crois, de pays au monde qui offre un sujet d'études plus intéressantes que celle de la plaine de Léon. A la vue simple, on y distingue vingt cônes volcaniques. Il n'y a pas de sol aussi fertile que ce terrain finement pulvérisé et ondulé en collines comme dans les vallées du Nil et du Mississipi, que ce sédiment dû au feu et non à l'eau. Ce sont les pluies volcaniques qui ont déposé les éléments d'une si riche fertilité.

» Avant de mourir, Humboldt exprimait le regret que les savants n'eussent pas encore exploré plus complétement cette remarquable région d'un pays encore si peu connu : espérons qu'elle ne sera pas plus longtemps négligée.

» Cette dernière chute de sable a été suivie d'une averse de pluie; et depuis, quoiqu'il se soit à peine écoulé quelques jours, le blé, le coton et les prairies se sont rapidement développés sous leur heureuse influence; jamais on n'avait vu de semblables progrès dans la végétation. Quelques plantes, sans doute, en ont souffert, mais d'autres en ont acquis une nouvelle vigueur.

» Je vous adresse un échantillon du sable volcanique recueilli avant la pluie pour que vous puissiez le faire analyser. (L'analyse a montré depuis qu'il consistait en grains de scorie, de chrysolite et de feldspath.)

» Je crois devoir, en terminant, appeler l'attention sur cette coïncidence d'ouragans désastreux, de tremblements de terre et d'éruptions volcaniques qui ont eu lieu à l'île de Saint-Thomas et dans les régions avoisinantes pendant la même période de temps dont je viens de m'occuper. Tous ces phénomènes, comme le tremblement qu'on ressentit distinctement à Léon, sont dus, sans nul doute, à une cause unique. » (*Amer. Journ. of Sci.*, 2e série, t. XLV, p. 131, janvier 1868.)

— Le 18, vers 3 h. du soir, aux îles de Saint-Thomas, de Sainte-Croix, de Porto-Rico, etc., tremblement désastreux, qui s'est étendu jusqu'aux Antilles françaises. Peut-être même l'onde séismique s'est-elle propagée d'un côté jusqu'à la côte du Mexique et de l'autre jusque vers les Açores. Outre les différences d'heures, observées généralement d'une manière peu exacte, on en ren-

contre beaucoup d'autres, souvent assez notables, dans les divers récits qu'ont publiés les journaux. Le choix étant difficile et parfois même impossible, je suis forcé de citer les variantes, au risque de paraître diffus et trop long.

Un planteur, M. Raupach, *quarter officer* (quartier-maître?) pour les quatre quartiers de l'extrémité orientale de Saint-Thomas, a fait une relation des secousses ressenties dans cette île jusqu'au 11 décembre suivant. L'*American Journal of science* et plus tard les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences de Paris ont publié le commencement de ce récit que je vais d'abord reproduire :

« Le 18 novembre, il faisait un temps superbe, très-clair, et le ciel avait cette belle teinte bleue particulière aux Indes occidentales. Le vent était de l'E. 1/4 NE. (*East by North*). L'océan était calme, le soleil brillant et chaud, et le thermomètre marquait, à l'ombre, 24°R. Aucun signe ne pouvait faire prévoir une révolution de la nature; quand tout à coup, à 2 h. 45 m. après-midi, on entendit un bruit souterrain, comme un roulement sourd, qui fut immédiatement suivi d'un tremblement de terre violent semblant avoir lieu du S. 1/4 SO. (*South by West*) et se diriger au N. 1/4 NE. (*North by East*). La terre semblait composée de petites vagues qui s'élevaient et s'abaissaient sous nos pieds, de sorte que si l'on avançait le pied pour marcher, il semblait rencontrer un terrain plus élevé, et si on le reculait, il trouvait encore le terrain plus élevé. Il était impossible de se tenir debout dans un endroit fixe, et lorsqu'on essayait de marcher, il semblait qu'on fût retenu en arrière. Ce premier choc a duré environ une minute et demie. Le bruit souterrain, qui continua pendant tout le temps de cette première secousse, était épouvantable (*most Dreadful. It terrified every living soul*). Le soleil s'obscurcit (*seemed at once become dim*) et semblait comme éclipsé. Cet obscurcissement continua pendant la première journée jusqu'au coucher du soleil, et tout le jour suivant, mais à un moindre degré. Ce ne fut que deux jours après que la lumière du soleil reprit toute sa clarté. Il semblait jusque-là que le soleil, quoique aussi brillant en apparence qu'il l'est ordinairement, eût perdu quelque partie de sa puissance de lumière et de chaleur.

» Après le premier terrible choc, la terre continua à trembler et à gémir, pendant dix minutes environ, puis un second choc violent se fit sentir. Immédiatement après cette seconde secousse, l'océan, qui peu avant la première s'était retiré à une centaine de pieds de la terre, s'éleva comme une vague immense et revint vers le port. Il se maintint comme un mur blanc et droit de quinze à vingt pieds de haut et avança très-rapidement dans le port, renversant les petits bateaux devant lui ou passant par-dessus et soulevant sur sa crête les vaisseaux de guerre et autres bâtiments à vapeur. Cette vague avait l'apparence d'un mur blanc en maçonnerie, droit et régulier, comme si on l'eût construit à la règle; elle n'avait point de ressemblance avec une vague ordinaire. Elle se brisa dans la partie basse de la ville à la hauteur de deux pieds (*a couple of feet*) et s'étendit à deux cents ou deux cent cinquante pieds dans l'intérieur des terres suivant que la localité était plus ou moins plate. Ce soulèvement de vague se répéta une seconde fois après un intervalle d'environ dix minutes et cette seconde vague parut même un peu plus grosse que la première et s'étendit encore plus loin dans les terres.

» Après que ces deux vagues se furent brisées (*passed away*), l'océan redevint aussi calme qu'il l'était avant le premier choc, sur toute l'étendue que pouvait embrasser la vue.

» Les secousses continuèrent et on les ressentait à peu de minutes d'intervalle (*every few minutes*). Le premier jour, les chocs semblaient s'enchaîner les uns aux autres, mais à partir de 2 h. 3/4 du matin le 19 novembre, on les ressentit plus distinctement séparés.

» Depuis 2 h. 45 m. après midi du 18, jusqu'à 2 h. 45 m. du matin le 19, il y eut 89 secousses.

» De 2 h. 3/4 du matin le 19, jusqu'à minuit, il y eut 238 secousses.

» Les secousses devenant alors moins fréquentes, j'ai marqué exactement le moment où elles se firent sentir ainsi que l'instant où l'on entendait des bruits sourds (*rumbling noises*) non accompagnés de secousses. » (*Amer Jour.*, 2[me] sér., t. XLV, p. 134, janv., 1868, et C. R., t. LXVI, p. 280, séance du 10 février 1868.)

La chronique du *Tour du Monde*, n° 417, contient une lettre écrite de Saint-Thomas, en date du 20. En voici la fin : « Le vent a passé à l'est; les secousses sont très-faibles. L'espérance renaît..... Mais quel spectacle désolant que celui de la ville et du port! »

Puis elle ajoute : « Ce tremblement a été ressenti à Porto-Rico, à Cuba, dans toutes les Grandes Antilles, sur la côte du Mexique. La capitale de Porto-Rico, Saint-Jean, est dévastée. La Havane a beaucoup souffert. La Jamaïque a été pareillement atteinte et l'on signale de grands dégâts à Matamoros. Dans le district de Barras (Porto-Rico), il n'est pas une plantation qui n'ait été ruinée. Ce que l'ouragan du 29 octobre avait épargné a été balayé par l'inondation.

» L'île hollandaise de Saba a éprouvé des dégâts considérables; on dit même que les terres ont été envahies par la mer. »

Un journal de Caracas, *el Federalista*, du 2 décembre, donne l'extrait suivant du journal de Saint-Thomas, le *Saint-Thomas Tidende*, du 23 novembre :

« Le 18, 3 h. 10 m. du soir (à en juger par l'heure à laquelle notre horloge s'est arrêtée), nous avons éprouvé un des plus violents et des plus longs tremblements de terre qu'on ait jamais ressentis dans cette île. Toutes les oscillations (et elles ont été nombreuses dans le premier moment) semblaient passer sous les pieds et se propager du SO. au NE. comme le bruit qui les accompagnait. Les ruines sont immenses; il n'est pas une maison qui n'ait plus ou moins souffert ....

» A peine les secousses avaient-elles cessé qu'un océan d'eau (*an ocean of water*), d'une hauteur incalculable, composé d'une multitude de colonnes en formant une seule, fut aperçu au SO. du port, marchant et s'avançant majestueusement vers la terre. Le ciel était pur, l'air calme, le soleil brillant, le port tranquille comme la mer Morte, et l'océan soulevé s'avançait comme pour submerger l'île tout entière. Heureusement il rencontra les récifs avancés qui brisèrent la lame immense et sauvèrent l'île d'une submersion complète. Ses promontoires seuls et le port furent inondés. L'eau monta de quatre à cinq pieds sur le môle du Roi. Toutes les embarcations qui se trouvaient dans le port furent

lancées dans l'intérieur des terres où elles restèrent ensuite à sec.

» Depuis lors, les secousses se renouvellent à des intervalles plus ou moins longs. »

Le vapeur-poste, *la Plata,* arrivé le 17 à Saint-Thomas, avait mouillé près de Water Island. Le 18, à 2 h. 30 m. du soir, il éprouva une forte secousse. *En même temps* une immense vague s'avança directement sur le bateau. Heureusement, il n'y avait pas de vent. On put manœuvrer de façon, sinon à l'éviter, du moins à la recevoir dans une meilleure position (*in a better position*). Cette première vague ne causa aucune avarie importante, mais elle fut suivie immédiatement d'une seconde qui emporta trois embarcations dont une était remplie de nègres; pas un seul ne put être sauvé. Une autre contenant cinq femmes faillit éprouver le même sort. Les secousses se renouvelèrent dans le jour et la nuit suivante, mais la mer resta calme. (Extrait d'une lettre écrite le 19, à bord de *la Plata.*)

Suivant d'autres récits, il y aurait eu une troisième vague moins forte que les deux premières.

Une lettre, en date du 21, signale la première secousse comme ayant eu lieu à 3 heures moins quelques minutes; elle était dirigée du SO. au NE. et a duré deux minutes avec un bruit épouvantable. De nombreuses maisons ont été renversées surtout au bord de la mer. *Vingt minutes après* cette première secousse, la mer s'avançait du large comme une muraille d'écume et s'engouffrait dans l'entrée du port. Malgré les îlots et les rochers qui abritent le chenal, les eaux se sont élevées de quarante pieds et ont causé de grands dégâts. « Pendant plus de 60 heures, y est-il dit, la terre n'a cessé de trembler et les grondements souterrains de se faire entendre. Depuis ce matin à 8 h., nous sommes assez tranquilles, les secousses ne se font sentir que très-faibles et à de longs intervalles. »

Enfin, dans une lettre écrite de Saint-Thomas, le 3 décembre, on lit encore :

« Le 18, à 2 h. 47 m. (3 h. moins 13 m.), tremblement qui dura 89 secondes et ruina les quelques édifices qui avaient échappé à l'ouragan du 29 octobre précédent.

» Dans la nuit du 18 au 19 (en 12 heures), la terre a tremblé *cent deux fois*, et depuis lors, elle n'a pas cessé de le faire. (*Desde entonces no ha cesado de hacerlo.*) De temps en temps, on ressent de nouvelles secousses aussi fortes que la première et de 30 à 40 secondes de durée.

» Trentes minutes après le tremblement du 18, la mer se retira trois fois dans le port et, à la dernière, éleva à l'entrée comme une muraille d'eau de quarante pieds de hauteur. Cette immense vague envahit la plage en entraînant tout ce qui se trouva sur son passage. Le courant, qui est régulier de l'est à l'ouest, prit une direction inverse et avec une telle violence qu'il redressa les bateaux submergés depuis l'ouragan.

» On suppose que dans la petite île de Saba, à une lieue à l'ouest de Saint-Thomas, il y a eu une éruption volcanique.

» A chaque instant (*a cado rato*), les tremblements se renouvellent. La population campe sur les hauteurs. Les affaires sont paralysées. »

La nouvelle de cette éruption à l'île de Saba n'a pas été confirmée. Le volcan, éteint depuis longtemps, n'a manifesté aucun signe d'activité. On a dit aussi qu'un nouveau cratère s'était ouvert à l'île de Saint-Barthélemi et que celle de Saint-Martin avait disparu. Ces *on dit* ont été démentis comme l'apparition d'un nouveau volcan dans la baie de Grenada.

La première nouvelle que les journaux français aient donnée sur ces phénomènes du 18 novembre, c'est que l'île de Tortola (voisine de Saint-Thomas) avait été submergée avec tous ses habitants et qu'elle avait complétement disparu sous les flots; ils ne parlaient pas même de tremblement de terre. Mais depuis on a su que toutes les secousses de Saint-Thomas y avaient été très-fortes et que l'inondation de la mer y avait fait périr de sept à huit cents personnes.

L'île de Sainte-Croix a aussi été violemment ébranlée; les vieillards ne se rappellent pas y avoir jamais éprouvé pareil tremblement de terre. Toutes les secousses de Saint-Thomas s'y sont également fait sentir. La mer a envahi les sept villes de l'île et jeté le *Monongahela*, vaisseau de guerre (*steamship*) américain, sur le

môle où elle l'a laissé à sec. Voici un extrait du rapport que le commodore Bissel, commandant du navire, a adressé, en date du 21, au contre-amiral Palmer sur la perte de ce bâtiment :

« J'ai le regret de vous informer que le *Monongahela,* steamship placé sous mes ordres, gît maintenant échoué (*is now lying*) sur la baie, en face de la ville de Frederickstadt, Sainte-Croix, où l'a jeté le plus fatal tremblement de terre ici connu jusqu'à présent. La secousse a eu lieu à 3 h. du soir le 18 courant. En ce moment, le temps était serein et aucun signe de changement n'était indiqué par le baromètre qui se tenait à 30 degrés 15 minutes. La première indication que nous ayons eue du tremblement de terre a été une violente vibration (*trembling*) du navire, semblable à l'échappement de la vapeur. Elle a duré trente secondes environ, et, immédiatement après, on a observé que l'eau se retirait rapidement de la baie. Dans un instant, le courant a changé et emporté le bâtiment vers la baie, en faisant sauter le câble et le boulon de l'ancre, sans qu'ils pussent en ralentir nullement l'épouvantable vitesse. Une autre ancre est aussitôt jetée à l'eau qui, en quelques secondes, se trouve trop profonde et la rend inutile. Quand le reflux perd un moment de sa violence à quelques mètres de la baie, une légère brise s'élève de terre et nous donne une courte lueur d'espérance. Mais les manœuvres que nous nous hâtons de faire, ajoute le commodore dont je supprime les termes techniques, qui, pour d'autres que des marins, seraient aussi peu clairs dans la traduction que dans le texte, ne peuvent nous sauver.... Lorsque la mer revint en forme d'une muraille d'eau de 25 à 30 pieds de hauteur, le bâtiment fut emporté par dessus le quai jusque dans la première rue de la ville. En se retirant dans la baie, cette vague nous laissa perchés presque verticalement sur le bord d'un récif de corail, où le bâtiment se trouve encore sous une inclinaison de 15 degrés.

» Tout cela a été l'affaire de quelques instants; bientôt après, les eaux de la baie ont baissé et repris leur état de calme habituel, en nous laissant à sec suspendus au-dessus de la baie. Par un bonheur providentiel, nous n'avons perdu que quatre hommes qui se trouvaient dans les embarcations au moment où a com-

mencé la secousse..... Les personnes qui se trouvaient à terre déclarent avoir vu distinctement le fond de la baie à l'endroit où nous étions mouillés et où, présentement, il se trouve 40 brasses d'eau. » (*Amer. J. of sci.*, 2ᵉ sér., t. XLV, p. 133, janv. 1868.)

C'est à deux journaux publiés à Porto-Rico, *el Porvenir* et *Boletin mercantil de Puerto-Rico,* que j'emprunte les détails qui suivent sur les secousses ressenties dans cette île.

Le 18, 2 h. $^3/_4$ du soir, à Saint-Jean (capitale de l'île), une secousse terrible du NE. au SO. et de trente secondes de durée. A ce mouvement ondulatoire ou d'oscillation en succéda un autre vertical ou de trépidation, moins intense et moins long. Beaucoup d'édifices lézardés ou endommagés; les cloches de la cathédrale ont sonné d'elles-mêmes. A 3 h. $^1/_2$, une nouvelle secousse, suivie, quelques minutes après, d'une autre qui fut le signal d'une panique générale. Les habitants sont restés hors de leurs maisons pendant toute la soirée et la nuit suivante, durant lesquelles on a ressenti, par intervalles, de petites secousses et entendu de légers bruits souterrains. Suivant d'autres, la première secousse aurait eu lieu à 2 h. 50 m. ou même à 3 h.; elle aurait été dirigée du nord au sud ou de l'est à l'ouest et n'aurait duré que cinq secondes. La deuxième n'aurait eu lieu qu'une heure et demie après.

A Vega-Baja (même île), 2 h. $^3/_4$ du soir, une secousse faible d'abord, plus sensible ensuite, mais sans devenir violente; direction constante de l'est à l'ouest; durée, soixante-dix secondes. Vers 4 heures, une secousse plus courte à laquelle en ont succédé beaucoup d'autres avec une fréquence inouïe (d'heure en heure, suivant d'autres), pendant toute la nuit et le lendemain jusqu'à 11 h. du matin.

A Ponce (côté sud de l'île), 2 h. $^3/_4$ du soir, une forte secousse du nord au sud et d'environ deux minutes de durée. La violence augmentait d'instant en instant; elle a été telle que les cloches ont sonné pendant plus d'une minute. A 4, à 6 et à 10 h. du soir, nouvelles, mais courtes secousses.

A Manati, 7 h. du soir, encore une nouvelle secousse. On n'a pu compter celles de la nuit suivante. Il y en a eu une forte.

A Mayaguez et Arroyo, heure non indiquée, les secousses furent

terribles; elles endommagèrent les édifices dont aucun pourtant ne fut renversé. Dans un flux et reflux, la mer s'avança de 40 mètres dans les terres à Arroyo. A Bayamon et à Rio Pedras, il y eut aussi des dégâts. A Guayanos la mer s'est retirée et a laissé à nu de nombreux récifs. L'eau des rivières dans l'île s'est élevée de trois à cinq pieds.

Ce tremblement a-t-il été ressenti à Cuba, à la Jamaïque et jusqu'à la côte du Mexique, comme le dit la chronique du *Tour du Monde* dont j'ai cité plus haut un extrait? Je n'en trouve aucune mention dans les journaux que j'ai pu consulter. Le *Boletin mercantil de Puerto-Rico*, du 24 novembre, décrit les désastres causés par un ouragan à Matamoros, à Brownsville, à Bagdad, etc.; il parle de la Havane et du Mexique. Mais cet ouragan est du 7 octobre. Comme ces détails sont à la suite de la description du tremblement du 18 novembre, l'auteur de l'article cité du *Tour du Monde* n'aurait-il pas fait confusion?

Ces secousses ont été ressenties aux Antilles françaises, notamment à la Martinique et à la Guadeloupe. MM. Le Verrier et Charles Sainte-Claire-Deville ont publié, dans les *Comptes rendus* de l'Académie, t. LXV, pp. 1039 et 1110, des détails que, pour ne pas allonger indéfiniment ce travail, je suis forcé de supprimer.

Enfin, ce tremblement a été ressenti en mer, non-seulement dans les parages des Antilles, mais jusqu'en face des Açores. Je lis, en effet, dans le journal de Caracas, que j'ai déjà cité souvent, *el Federalista*, du 20 décembre :

« Le 18 novembre, à 2 h. 45 m. du soir, *la Rigolette*, se trouvant en face de l'île Vilques, éprouva une forte secousse et crut avoir touché, mais le commandant comprit de suite que c'était un tremblement de terre.

» Le même jour, à une heure qui correspond à 2 h. 45 m. des Antilles, *le Pinnau*, brigantin de Hambourg, se trouvant en face des Açores, éprouva un phénomène semblable; par un temps magnifique et sans vent, la mer manifesta tout à coup des mouvements extraordinaires. »

Tous les grands tremblements de terre sont suivis d'une série de secousses plus ou moins fortes, qui se renouvellent avec une

fréquence souvent très-grande pendant un temps plus ou moins long. Celles qui ont succédé au tremblement du 18 novembre n'avaient pas encore cessé en mai 1868. Les premières lettres que j'aie citées en signalent les fréquentes répétitions dans les premiers jours. M. Raupach n'a pas compté moins de 327 secousses de 2 h. 45 m. du soir, le 18, à minuit du 19 au 20. Elles étaient trop nombreuses pour qu'il pût en noter les heures. Plusieurs étaient assez fortes pour être ressenties à bord des navires. Ainsi, le commandant du paquebot *la Plata* en signale un certain nombre de ce caractère :

Dans la nuit du 18 au 19, il n'a pas ressenti moins de huit secousses distinctes et violentes.

Le 19, elles parurent moins fréquentes, mais plus violentes encore, surtout celle de 7 h. du matin.

Dans la nuit du 19 au 20, il en ressentit encore cinq des plus fortes dont une à 2 h. $^1/_2$ du matin. Et le 20, quand à 8 h. du matin, il quitta Saint-Thomas, il n'en avait pas compté moins de 27 de quatre à trente secondes de durée. (*Gal. Mess.*, du 20 décembre.) Le *Times* de la Nouvelle-Orléans, N° du 15 décembre, porte même ce nombre à 47.

Le 19, les secousses paraissent avoir été moins fréquentes à Porto-Rico. Voici celles que je trouve signalées dans les journaux de l'île.

A Ponce (sur la côte sud), 3 h. 50 m. du matin, autre secousse, toujours du nord au sud. A 7 h. $^3/_4$, encore une secousse et, à 9 h. $^1/_4$ du matin, une secousse courte et légère.

A Saint-Jean, capitale de l'île, 4 h. du matin, une secousse plus forte encore que la première de la veille, mais moins longue; tous les bâtiments ont perdu leur aplomb. Les secousses se sont ensuite succédé avec une grande fréquence (*la tierra no cesaba de temblar*). Tout le monde s'est retiré en rase campagne. A 7 h. du matin, nouvelle secousse très-forte qui causa de nouveaux dégâts notamment à l'église de Santo Domingo.

A Vega-Baja, 8 h. du matin, une secousse très-forte; en somme, peu de dégâts. A Caguas, même heure, une secousse désastreuse. On y en a compté 43 dans les premières vingt-quatre heures et 9 dans les vingt-quatre heures suivantes.

A Yabucoa, on avait compté 25 secousses, le 19 à 5 h. du soir.

Je renvoie à la fin du mois le tableau dressé par M. Raupach et je continue la liste des secousses ressenties à Porto-Rico.

Le 20, 2 h. 1/4 du matin, une forte secousse, la dernière jusqu'au moment où nous écrivons ces lignes, dit *el Porvenir,* du 22, qui contient de nouveaux détails sur les dégâts causés dans le reste de l'île. A Arroyo, les secousses eurent une intensité terrible. Pendant l'une d'elles (on ne dit pas laquelle, mais il s'agit de la première), la mer se retira de la plage, y revint quelques moments après et l'envahit avec impétuosité sur un espace de plus de 40 mètres, puis reprit peu à peu son niveau habituel. Un phénomène semblable s'est manifesté à Ponce.

Le même jour, 3 h. et 9 h. du matin, à Ponce, deux secousses très-légères, d'oscillation comme les précédentes.

Le 20 encore, heures non indiquées, aux îles de Tortola et de Sainte-Croix, nouvelles secousses.

Le 21, à Porto-Rico, secousses dont on ne donne pas les heures.

Le 22, 9 h. du matin et 10 h. 3/4 du soir, deux fortes secousses.

Le 23, 9 h. du matin, une secousse assez forte et de douze secondes de durée. *Continuos temblores, angustias, sobresaltos y terror.* (El Porvenir, du 24.)

Le 29, 9 h. du matin, à Porto-Rico, une secousse extrêmement violente, avec bruit souterrain. C'était pendant la messe : le service divin a été momentanément interrompu. On n'y avait pas compté moins de 39 (*thirty-nine*) secousses pendant les huit jours d'agonie (*during these eight days of agony*). Les eaux se sont élancées jusqu'à *neuf cents* mètres sur les terres. Les habitants du port d'Hucares ont été forcés de se réfugier sur les montagnes. (*Times,* de la Nouvelle-Orléans, du 15 décembre.)

Voici maintenant la liste des secousses et des bruits souterrains (*rumbling noises*) que M. Raupach a notés à Saint-Thomas du 20 novembre au 11 décembre suivant. Je la dois à l'affectueuse obligeance de M. Antoine d'Abbadie qui, sur ma demande, en a fait, avec l'autorisation empressée de M. Élie de Beaumont, prendre au secrétariat de l'Institut une copie qu'il a collationnée lui-même avec le plus grand soin.

Le 20, à 0 h. 1 m. du matin, une forte secousse.
— 0 h. 13 1/2 m. du matin, une secousse.
— 0 h. 18 m. du matin, une très-forte secousse.
— 0 h. 21 1/2 m. du m., une secousse.
— 0 h. 22 m. id. id.
— 0 h. 29 m. id. id.
— 0 h. 31 m. id. id.
— 0 h. 36 1/2 m. id. id.
— 0 h. 46 m. id. id.
— 0 h. 57 m. id. id.
— 1 h. 2 1/2 m. id. id.
— 1 h. 11 m. id. id.
— 1 h. 12 m. id. id.
— 1 h. 37 m. id. id.
— 1 h. 47 1/2 m. du matin, une forte secousse.
— 1 h. 57 m. du matin, une forte secousse.
— 2 h. 16 m. du mat., une secousse.
— 2 h. 19 m. id. id.
— 2 h. 20 m. id. id.
— 2 h. 35 m. du matin, une très-forte secousse.
— 3 h. 20 m. du mat., une secousse.
— 3 h. 47 m. id. id.
— 5 h. 10 m. id. id.
— 7 h. 40 m. du matin, deux fortes secousses.
— 7 h. 53 m. du mat., une forte secousse.
— 8 h. 22 m. du matin, deux fortes secousses.
— 9 h. 5 m. du matin, une légère secousse.
— 9 h. 6 m. du matin, une légère secousse.
— 9 h. 26 m. du matin, une légère secousse.
— 9 h. 28 m. du matin, une légère secousse.
— 9 h. 56 m. du matin, une légère secousse.
— 10 h. 4 m. du matin, une légère secousse.
— 10 h. 20 m. du matin, une légère secousse.

Le 20, à 10 h. 45 m. du matin, une secousse très-légère.
— 2 h. 0 m. du soir, une secousse très-légère.
— 2 h. 10 m. du soir, une légère secousse.
— 3 h. 3 m. du soir, une secousse.
— 3 h. 6 m. du soir, une forte et courte secousse.
— 3 h. 15 m. du soir, bruit *(rumbling)*.
— 4 h. 35 m. du soir, deux rumblings.
— 5 h. 31 m. du soir, une légère secousse.
— 5 h. 39 m. du soir, une légère secousse.
— 6 h. 10 m. du soir, un rumbling.
— 6 h. 40 m. id. id.
— 7 h. 10 m. du soir, rumbling et légère secousse.
— 7 h. 36 m. du soir, un rumbling.
— 8 h. 9 m. du soir, deux fortes secousses.
— 8 h. 30 m. du soir, rumbl. lointain.
— 8 h. 45 m. id. id.
— 9 h. 7 m. id. id.
— 9 h. 27 m. id. id.
— 9 h. 29 m. id. id.
— 9 h. 41 m. id. id.
— 10 h. 10 m. id. id.
— 10 h. 14 m. id. id.
— 10 h. 32 m. id. id.
— 10 h. 50 m. id. id.
— 11 h. 0 m. du soir, un rumbling.
— 11 h. 15 m. id. id.
— 11 h. 24 m. id. id.
— 11 h. 30 m. id. id.
— 11 h. 32 1/2 m. id. id.
— 11 h. 38 m. id. id.
— 11 h. 42 m. id. id.
— 11 h. 50 m. id. id.
— 12 h. 0 m. du soir, une légère secousse avec bruit.

Le 21, à 1 h. 38 m. du matin, un rumbling.
— 2 h 10 m. id. id.
— 2 h. 14 m. du matin, une secousse légère.
— 2 h. 18 m. du mat., rumbling léger.

Le 21, à 2 h. 27 m. du mat., rumbling léger.
— 3 h. 20 m. du matin, rumbling.
— 3 h. 22 m. du matin, une légère secousse.
— 3 h. 34 m. du matin, une forte secousse.
— 3 h. 52 m. du matin, un rumbling.
— 4 h. 50 m. id. id.
— 4 h. 31 m. id. id.
— 6 h. 10 m. du mat., un fort rumbl.
— 6 h. 20 m. du matin, un rumbling.
— 7 h. 40 m. id. id.
— 8 h. 22 m. id. id.
— 8 h. 23 m. id. id.
— 9 h. 3 m. du matin, une légère secousse.
— 9 h. 45 m. du matin, une légère secousse.
— 9 h. 47 m. du m., deux secousses.
— 10 h. 30 m. du matin, une forte secousse.
— 1 h. 15 m. du soir, un rumbling.
— 1 h. 45 m. du soir, une légère secousse.
— 1 h. 51 m. du soir, un rumbling.
— 2 h. 30 m. id. id.
— 4 h. 2 m. du soir, une légère secousse.
— 5 h. 9 m. du soir, un rumbling.
— 5 h. 55 m. id. id.
— 6 h. 16 m. du soir, rumbl. lointain.
— 6 h. 37 m. id. id.
— 6 h. 47 m. id. id.
— 6 h. 50 m. id. id.
— 7 h. 16 m. du soir, rumbling.
— 7 h. 19 m. id. id.
— 7 h. 33 m. du soir, une secousse violente et rapide.
— 8 h. 15 m. du soir, rumbling..
— 8 h. 25 m. id. id.
— 8 h. 42 m. du soir, une légère secousse.
— 9 h. 3 m. du soir, rumbling.
— 9 h. 19 m. id. id.
— 10 h. 17 m. id. id.
— 10 h. 38 m. du soir, une légère secousse.
— 11 h. 3 m. du soir, rumbling très-léger.

Le 22, à 0 h. 11 m. du matin, une légère secousse et un rumbling lointain.
— 0 h. 19 m. du matin, une forte secousse.
— 1 h. 25 m. du matin, rumbling.
— 1 h. 43 m. du matin, une légère secousse avec bruit.
— 2 h. 31 1/2 m. du matin, une forte secousse.
— 3 h. 0 m. du matin, léger rumbling.
— 4 h. 55 m. du matin, léger rumbling.
— 5 h. 43 m. du matin, léger rumbling.
— 5 h. 55 m. du mat., léger rumbling.
— 7 h. 1 m. id. id.
— 7 h. 22 m. du matin, une longue, mais légère secousse.
— 8 h. 30 m. du mat., léger rumbling.
— 8 h. 45 m. du matin, rumbling.
— 8 h. 47 m. id. id.
— 9 h. 27 m. id. id.
— 9 h. 58 m. id. id.
— 10 h. 5 m. id. id.
— 1 h. 53 m. du soir, rumbl. lointain.
— 2 h. 16 m. du soir, let (*sic*).
— 2 h. 38 m. du soir, une légère secousse.
— 3 h. 39 m. du soir, rumbl. lointain.
— 3 h. 58 m. id. id.
— 6 h. 8 m. du soir, rumbling.
— 6 h. 54 m. du soir, une secousse.
— 9 h. 54 m. du soir, une violente secousse.
— 10 h. 0 m. du soir, rumbling.
— 10 h. 40 m. du soir, une légère secousse.
— 11 h. 6 m. du soir, rumbling.
— 11 h. 33 m. du soir, rumbl. lointain.
— 11 h. 44 m. id. id.

Le 23, à 0 h. 5 m. du mat., id.
— 0 h. 56 m. du matin, rumbl. léger.
— 1 h. 8 m. id. id.
— 1 h. 21 m. id. id.
— 1 h. 52 m. du matin, une légère secousse.
— 1 h. 55 1/2 m. du matin, rumbling.

Le 23, à 3 h. 13 1/2 m. du matin, une forte secousse.
— 3 h. 18 1/2 m. du matin, rumbling léger.
— 4 h. 10 m. du matin, rumbling.
— 4 h. 28 1/2 m. id. id.
— 4 h. 49 m. id. id.
— 4 h. 57 m. id. id.
— 5 h. 9 1/2 m. id. id.
— 5 h. 40 m. id. id.
— 9 h. 12 m. du matin, choc violent sans bruit.
— 10 h. 42 m. du matin, une légère secousse.
— 0 h. 41 m. du soir, une secousse.
— 2 h. 15 m. du soir, une secousse légère.
— 3 h. 31 m. du soir, une secousse.
— 4 h. 55 m. id. id.
— 5 h. 48 m. id. id.
— 7 h. 16 m. du soir, rumbling.
— 11 h. 0 m. du soir, une légère secousse.
— 11 h. 11 m. du soir, rumbling.
— 11 h. 47 m. id. id.
— 11 h. 54 m. id. id.
— 11 h. 57 m. du soir, long rumbling.
Le 24, à 0 h. 3 m. du matin, rumbling.
— 1 h. 53 m. du matin, rumbling lointain.
— 2 h. 0 m. du matin, rumbling.
— 2 h. 41 m. id. id.
— 3 h. 30 m. du matin, une secousse.
— 3 h. 52 m. id. id.
— 4 h. 30 m. du mat., deux secousses lourdes *(both heavy)*.
— 7 h. 25 m. du matin, une légère secousse.
— 8 h. 55 m. du matin, une secousse.
— 9 h. 13 m. du matin, rumbling.
— 0 h. 42 1/2 m. du soir, légère secousse avec bruit.
— 1 h. 58 m. du soir, une secousse légère.
— 2 h. 32 m. du soir, une secousse.
— 6 h. 2 m. du soir, une secousse légère.
— 7 h. 40 m. du soir, rumbling.
— 7 h. 56 m. id. id.
Le 24, à 8 h. 5 m. du soir, rumbling.
— 9 h. 30 m. du soir, une secousse légère.
— 10 h. 18 m. du soir, rumbling.
— 10 h. 27 m. id. id.
— 12 h. » (*sic*) du soir, une secousse légère.
Le 25, à 0 h. 47 m. du matin, rumbling.
— 0 h. 51 m. id. id.
— 1 h. 3 m. du matin, une légère secousse.
— 1 h. 21 m. du matin, un léger rumbl. sans secousse.
— 1 h. 37 m. du matin, un léger rumbl. sans secousse.
— 1 h. 42 m. du matin, un léger rumbl. sans secousse.
— 2 h. 14 m. du matin, un léger rumbl. sans secousse.
— 2 h. 34 m. matin, une forte secousse.
— 3 h. 30 m. du matin, rumbl. léger.
— 5 h. 10 m. du matin, rumbling.
— 6 h. 50 m. du matin, rumbl. léger.
— 7 h. 7 m. du matin, rumbling.
— 9 h. 4 m. id. id.
— 11 h. 40 m. id. id.
— 0 h. 38 m. du soir, une secousse.
— 3 h. 32 m. du soir, rumbling.
— 4 h. 4 m. du soir, deux fortes secousses.
— 5 h 45 m. du soir, une secousse légère.
— 8 h. 20 m. du soir, léger rumbling.
— 8 h. 39 m. id. id.
— 8 h. 56 m. id. id.
— 10 h. 23 m. du soir, une forte secousse.
— 10 h. 34 m. du soir, une légère secousse.
Le 26, à 0 h. 13 1/2 m. du matin, une petite secousse.
— 1 h. 46 1/2 m. du matin, une petite secousse.
— 3 h. 0 m. du matin, rumbling.
— 3 h. 28 m. id. id.
— 3 h. 29 m. id. id.
— 8 h. 30 m. id. id.
— 8 h. 38 m. id. id.

Le 26, à 0 h. 23 1/2 m. du soir, rumbling.
— 1 h. 48 m. du soir, fort rumbling.
— 3 h. 13 m. du soir, une légère secousse.
Le 27, à 1 h. 17 m. du matin, rumbling lointain.
— 2 h. 7 m. du matin, une secousse.
— 3 h. 46 m. du matin, léger rumbling.
— 9 h. 26 m. du matin, rumbling.
— 1 h. 0 m. du soir, id.
— 6 h. 36 m. id. id.
— 8 h. 14 m. du soir, rumbling prolongé.
— 8 h. 42 m. du soir, rumbling lointain.
Le 28, à 3 h. 44 m. du matin, trois fortes secousses.
— 4 h. 17 m. du matin, rumbling.
Le 28, à 4 h. 38 m. du matin, une secousse.
— 1 h. 20 m. du soir, une forte secousse.
— 3 h. 38 m. du soir, une lourde *(heavy)* secousse.
— 3 h. 56 m. du soir, léger rumbling.
— 9 h. 45 m. du soir, une très-forte secousse.
Le 29, à 3 h. 10 m. du matin, une forte secousse.
— 6 h. 52 m. du matin, rumbling.
— 8 h. 28 m. id. id.
— 2 h. 57 m. du soir, id.
Le 30, à 4 h. 0 m. du matin, une secousse.
— 11 h. 30 m. du matin, une secousse légère.
— 7 h. 30 m. du soir, rumbling.
— 9 h. 17 m. id. id.

Je ferai remarquer ici que « d'après le rapport du consul anglais, en date du 30 novembre, il y avait encore, à cette époque, vingt à trente secousses par jour. » Suivant le journal *el Federalista,* du 6 décembre, il y en aurait eu de vingt-cinq à trente, toutes du sud au nord.

Décembre. — Je reprends la liste de M. Raupach.

Le 1er, à 6 h. 56 m. du matin, un long rumbling.
— 7 h. 13 m. du matin, une forte secousse.
— 7 h. 15 m. du matin, une secousse.
— 0 h. 20 m. du soir, une forte secousse.
— 0 h. 40 m. du soir, une forte secousse.
— 0 h. 41 m. du soir, une secousse légère.
— 5 h. 50 m. du soir, rumbling.
— 7 h. 41 m. id. id.
— 7 h. 48 m. du soir, une légère secousse.
— 8 h. 39 m. du soir, rumbling.
Le 2, à 0 h. 4 m. du matin, une forte secousse.
Le 2, à 0 h. 30 m. du matin, une forte secousse.
— 0 h. 35 m. du matin, une légère secousse.
— 1 h. 20 m. du matin, léger rumbl.
— 0 h. 1 m. du soir, une légère secousse.
— 1 h. 25 m. du soir, une légère secousse.
— 6 h. 33 m. du soir, rumbling.
— 8 h. 10 m. du soir, une légère secousse.
Le 3, à 1 h. 0 m. du matin, une légère secousse.
— 3 h. 18 m. du matin, une forte secousse.
— 4 h. 1 m. du matin, une secousse longue, mais faible.

Le 3, à 5 h. 45 m. du matin, une forte secousse.
Le 4, à 2 h. 47 m. du matin, une secousse légère, mais longue.
— 2 h. 39 m. du soir, rumbling.
— 10 h. 18 m. du soir, une légère secousse.
— 10 h. 36 m. du soir, deux secousses, la deuxième forte.
— 10 h. 59 ½ m. du soir, une forte secousse.
— 11 h. 42 ½ m. du soir, rumbling lointain.
— 12 h. 0 m. du soir, deux secousses.
Le 5, à 5 h. 10 m. du matin, rumbling lointain.
— 10 h. 26 m. du matin, une secousse.
— 5 h. 21 m. du soir, une secousse.
— 5 h. 55 m. id. id.
Le 6, à 2 h. 56 m. du soir, une légère secousse.
— 4 h. 55 m. du soir, rumbling.
— 6 h. 20 m. du soir, une légère secousse.
Le 7, à 3 h. 20 m. du matin, une forte secousse.
Le 7, à 7 h. 45 m. du matin, rumbling.
— 8 h. 55 m. id. id.
— 11 h. 35 m. du matin, secousse avec long bruit.
— 9 h. 20 m. du soir, rumbling.
— 10 h. 0 m. id. id.
— 11 h. 2 ½ m. du soir, rumbling lointain.
Le 8, à 3 h. 26 m. du matin, rumbling.
— 3 h. 27 m. id. id.
— 10 h. 55 m. id. id.
— 7 h. 55 m. du soir, rumbling.
Le 9, à 4 h. 31 ½ m. du matin, rumbling.
— 2 h. 5 m. du soir, une forte secousse.
— 8 h. 36 m. du soir, une légère secousse.
— 9 h. 13 m. du soir, rumbling.
Le 10, à 1 h. 1 m. du matin, léger rumbling.
— 8 h. 12 m. du soir, léger rumbling.
Le 11, à 3 h. 25 m. du matin, une légère secousse.
— 11 h. 45 m. du matin, rumbling.

Cette liste fut close ce jour à midi. Saint-Thomas, le 11 décembre 1867.
RAUPACH.

Le 1er, 8 h. du matin et midi un quart, à Porto-Rico, deux forts tremblements, moins intenses pourtant et moins longs que ceux des 18 et 19 novembre. (*Moniteur,* du 7 janvier 1868.) Ce sont les seuls que les journaux (du moins ceux que j'ai pu consulter) y signalent dans ce mois. Quant à Saint-Thomas, je trouve les indications suivantes :

Le 1er encore, heures non indiquées, deux fortes secousses qui durèrent quarante-cinq secondes. (*Federalista*, 20 décembre.)

Le 2, autre grand tremblement qui a causé de nouveaux dommages. Plusieurs personnes ont péri. La mer a monté de quarante pieds. (*Galignani's Messenger,* du 8 décembre, d'après un télégramme de la Havane.)

Au 7, on avait déjà compté cinq cents secousses. (*Times*, de la Nouvelle-Orléans, du 19 décembre.)

Le 12, 10 h. 20 m. (*sic.*), deux détonations qui n'ont duré que quatre secondes, mais d'une telle violence que les habitants ont non-seulement abandonné les magasins, les maisons et les rues, mais se sont enfuis sur les hauteurs. (*Federalista*, l. c.)

Dans l'article que j'ai mentionné plus haut, M. Ch. Sainte-Claire-Deville rapporte, en note, sans en donner la date, l'extrait suivant d'une lettre écrite de Saint-Thomas par M. Aldecoa :

« Depuis le grand tremblement de terre du 18 novembre, des secousses, au nombre de dix à douze par jour, ont eu lieu jusqu'au 1er décembre. Alors elles ont redoublé d'intensité et ont graduellement diminué jusqu'au 12 : ce jour, trois secousses très-violentes se sont fait sentir et toute la population a fui ses foyers. Le 13, rien; pendant la nuit, quelques mouvements. »

M. Ch. Sainte-Claire-Deville ajoute : « Un télégramme de la Havane, en date du 16, annonce que les secousses continuent, mais avec moins de force. »

Suivant le *Times*, de la Nouvelle-Orléans, n° du 24 décembre, elles continuaient encore à Saint-Thomas. Dans les huit derniers jours, on n'avait pas éprouvé moins de cent quatorze secousses à l'île Saint-Jean (Island of St Johns).

Le 29 et les jours suivants, à Saint-Thomas, fortes secousses, jusqu'au départ de l'*Atrato* qui a quitté l'île le 30 et laissé les habitants dans un état de grande anxiété. A la Jamaïque, on avait célébré le 20 comme jour d'actions de grâces pour la cessation des tremblements de terre et des ouragans. (*Galig. Mess.*, du 16 janvier 1868.)

Le 31, on écrit de Saint-Thomas : « Les affaires sont lourdes par suite de la continuation des tremblements de terre. » (*Débats*, même date.)

J'ai dit déjà que les secousses étaient encore fréquentes, mais faibles, en mai 1868.

— Je reprends la description de l'éruption du Vésuve, qui, commencée en novembre précédent, continuait encore avec des intermittences pendant les premiers mois de 1868.

Le 2 décembre, M. Mauget a exploré la zone inférieure du volcan. Ce n'est pas sans regret que je supprime ici le récit inté-

ressant de cette exploration, ainsi que des lettres de MM. Silvestri et Palmieri. Ces documents ont été publiés dans les *Comptes rendus*, t. LXVI, pp. 163-166, 677 et 918.

Le 14, on écrit de Naples : « Les éruptions du Vésuve, qui ont été jusqu'ici une véritable source de curiosité et d'amusement, ont éveillé cette semaine une grande appréhension. La montagne présente, en effet, chaque jour une apparence nouvelle.

« Lundi (le 9), elle était recouverte d'un manteau de neige, que de larges bandes de laves rayaient par intervalles. La force explosive de la montagne s'accroissait encore; le volcan lançait de la fumée et du sable d'une teinte foncée avec de légères détonations. Le professeur Palmieri dit que les trous, qui servaient d'issue à la fumée, étaient recouverts de chlorures métalliques; que la fumée ne sortait pas seulement du cône au sommet, mais aussi d'un autre trou latéral.

» Mardi (10), le spectacle était grandiose et défiait toute description. D'immenses masses de lave étaient lancées par le géant à une grande hauteur; même de la ville il fut possible de voir l'une d'elles tomber comme un énorme rocher et rouler aux flancs du grand cône. Des ruisseaux de lave toute rouge coulaient sur le cratère et baignaient, pour ainsi dire, toute la partie supérieure de la montagne, tandis que le volcan lançait avec impétuosité d'autre lave, des cendres et du sable qui sillonnaient le ciel dans toutes les directions. De temps en temps, pendant toute la nuit, des parties les plus reculées de Naples, on entendait comme des décharges d'artillerie.

» Les nuages et l'obscurité nous cachèrent la montagne pendant deux jours; ce qui se passait sous ce voile impénétrable, il est impossible de le dire. Le vent du nord vint enfin, dissipa tout; le Vésuve alors se révéla dans toute sa grandeur et avec toutes ses magnificences.

» L'éruption de jeudi (12) a ainsi été décrite par le professeur Palmieri : « Elle était dans sa plus grande intensité. D'énormes masses de lave solide étaient lancées à une hauteur prodigieuse, retombant et roulant dans toutes les directions. L'ascension de la montagne était plus dangereuse encore qu'auparavant. Les déto-



nations étaient fréquentes et assez violentes pour ébranler les murs de l'Observatoire. » Il devint donc nécessaire de détacher des murs les instruments scientifiques et de les poser à terre afin de les préserver des chocs et des mouvements ondulatoires. Les personnes qui étaient présentes comparent l'impression qu'elles ont ressentie à celle que l'on éprouve sur mer quand il y a tempête et que le vaisseau dans lequel on se trouve est battu par les vagues.

» Le même jour, les habitants de Torre del Greco craignaient une nouvelle dévastation et se disposaient à quitter la ville; mais le professeur Palmieri les retint et les tranquillisa.

» Au moment où cette lettre va partir, l'éruption continue toujours avec la même violence; des masses d'épaisse fumée, rabattues par un fort vent du NE., sont balayées sur la mer. La foule des visiteurs s'accroît de jour en jour. » (*Moniteur,* 23 décembre.)

De cette lettre je rapprocherai encore la suivante dont le récit s'étend jusqu'au 28 :

« Le 7, au Vésuve, éruption de cendres. Le 8, elles cessent de tomber et sont remplacées par de la fumée.

» Le 9, formation d'un cône nouveau qui vomit des pierres. Il ne s'échappe pas moins de treize courants de lave, issus simultanément de divers points du sommet. Plusieurs offrent l'image de grandioses cascades de feu, notamment du côté de l'Atrio del Cavallo et dans la direction de Sarno.

» Le 10, la lave cesse de couler; mais il y a projection de pierres, avec de fortes secousses et détonations qui se font entendre jusqu'à vingt milles au moins. Elles sont très-distinctes à Naples où pendant toute la nuit suivante elles tiennent la population en alarmes. Portici et Resina sont entièrement abandonnés; Torre del Greco l'est en partie.

» Le 11, ces secousses alarmantes se renouvellent tout le jour. M. Palmieri visite le volcan et par ses recherches rassure un peu la population.

» Pendant les trois à quatre jours suivants, la lave roule de nouveau et se dirige vers la ville qui a déjà tant souffert.

» Le 14, les détonations deviennent moins fortes et moins fré-

quentes; le séismographe est moins agité; mais partout les autorités prennent toutes les précautions que recommande la prudence.

» Le 18 et le 19, le Vésuve reste caché aux yeux des Napolitains dont la vive imagination se représente le travail incessant qui se fait à l'intérieur de la montagne. Tous les instruments scientifiques accusent, d'ailleurs, une grande commotion et indiquent une autre éruption de lave comme probable, ce qui se vérifie en effet, car une grande coulée a lieu à l'est. On a observé que quand le séismographe de l'Observatoire se montre le plus actif, on éprouve à Nola et dans tous les environs des secousses plus violentes qu'au Vésuve lui-même, de sorte qu'il est difficile de dire où est le centre de l'action volcanique ou d'en conjecturer la fin. Les observateurs scientifiques déclarent que, dans ces deux journées, il y a eu à Naples des secousses continuelles, imperceptibles peut-être pour les masses, mais qui néanmoins ont été remarquées par les hommes qui étudient le phénomène au point de vue de la science. « Mon séismographe, dit l'un d'eux, m'accuse ces mouvements, mon séismographe domestique, qui consiste dans un petit morceau de fer suspendu à ma fenêtre, et j'en observe les vibrations le plus souvent toutes les cinq minutes. »

« Du 20 jusqu'à ce jour (le 28, date de la lettre que je traduis), le Vésuve n'a rien offert de nouveau. D'énormes masses de fumée s'en échappent à chaque minute, s'élèvent dans l'air à une grande hauteur et, emportées par les vents, s'étendent à de grandes distances. Ce matin, c'est le vent du nord qui souffle et les masses de fumée se portent jusque sur Capri.

» Voici l'état actuel du Vésuve, tel que le dépeint Cozzolino, le principal guide, qui me quitte à l'instant : — Un courant de lave descend vers Ottojano. Au sommet se sont formés deux petits cônes tout près de celui qui s'est élevé dans le cratère, tous les deux projettent des pierres. Ainsi, le grand cône est surmonté de trois orifices dont l'un vomit de la cendre et les deux autres des pierres.

» Le 24, les matières projetées ne se composaient guère que de cendres; mais depuis, ce ne sont presque plus que des masses

de fumée. Il faut remarquer que, tandis que les cendres indiquent une tendance au repos, la fumée, au contraire, est l'indice d'une grande éruption. C'est du moins ce qu'affirme Cozzolino qui a une grande expérience du volcan. Il décrit ainsi les secousses ressenties à Torre del Greco et à Resina, lieu de sa résidence : « Nos fenêtres et nos portes étaient secouées comme par un vent violent, accompagné du sifflement de la tempête. » Son opinion est que l'activité du volcan n'est pas encore parvenue à son plus grand degré d'intensité et qu'avant peu nous aurons quelque grande éruption; ce n'est là que le sentiment d'un homme, non savant, mais qui a vécu au milieu de la lave et des cendres. Si les instruments sont calmes un jour, ils manifestent leur activité le lendemain et l'on ne peut faire l'ascension du grand cône sans se dire avec crainte : la montagne entière se soulève sous mes pieds et oscille d'un côté à l'autre. Malgré la neige, la pluie et le vent, les visiteurs sont allés en foule au Vésuve; mais quoique le temps se soit radouci ces derniers jours, personne encore n'a pu atteindre le cratère. » (*Galig. Mess.*, 4 janvier 1868.)

Le *Pungolo,* de Naples, du 30, donne au sujet de cette éruption les détails suivants : « La lave coule en partie vers les Cognoli di Ottojano et en partie vers le Piano dei Cavalli; aussi est-il difficile et dangereux d'aller jusqu'au grand torrent qui tend à couler dans la plaine. Les détonations sont parfois très-fortes et les masses de matières embrasées que vomit le cratère retombent sur les flancs de la montagne. La neige et la glace augmentent en plusieurs endroits les difficultés de l'ascension. » (*Moniteur*, 6 janvier.)

— Le 1er, entre 11 h. et minuit, à Forest City (Californie), une secousse.

— Le 2, dans l'État de Nicaragua, éruption volcanique qui me semble ne pas différer de celle que j'ai décrite en novembre précédent. Voici d'abord ce qu'en dit M. Ramon de la Sagra dans une lettre à M. Élie de Beaumont : « J'ai l'honneur de vous adresser le numéro du *Diario de la Marina,* de la Havane, du 11 janvier dernier, où se trouve la notice d'une forte éruption volcanique qui a eu lieu, au commencement de décembre, au milieu d'une grande plaine dans l'État de Nicaragua. L'éruption a commencé par des

flammes suivies de fumée, de cendres, puis de sable, en très-grande quantité, qui, après avoir formé un cône régulier de cent pieds de hauteur, s'est répandu jusqu'à une distance de cinquante milles. A la ville de Corinto, située dans ces limites, la quantité de sable tombée était si considérable que les travaux et les occupations des habitants dans les rues furent interrompus.

» La durée de l'éruption a été de seize jours, depuis le 2 décembre, époque à laquelle on commença à apercevoir les flammes. Actuellement le cône de sable, élevé au centre de la plaine, est parfaitement visible de la mer. M. Dickerson, ministre des États-Unis, lui donne une hauteur de deux cents pieds (dans une lettre écrite de Panama), et un diamètre égal au cratère du volcan. Le terrain couvert de sable jusqu'à la mer Pacifique, a une étendue de cinquante milles. Il paraît que, pendant l'éruption, les flammes s'élevaient à près de trente mètres dans l'atmosphère. » (C. R., t. LXVI, p. 481, séance du 9 mars 1868.)

Je lis encore dans le *Times*, de la Nouvelle-Orléans, N° du 4 janvier 1868, d'après des nouvelles de Panama, en date du 15 décembre : « *Grande éruption volcanique.* Le nouveau volcan, situé à 24 milles à l'est de Léon (Nicaragua), a eu une éruption extrêmement grande (*a violently grand eruption*), projetant du feu et des matières incandescentes, *cinders*, par deux cratères; récemment il a vomi de fortes averses d'un sable fin et noir qui est retombé jusque sur Léon et en a recouvert les rues d'un demi-pouce d'épaisseur.

» M. Dickinson (*sic*), ministre du Nicaragua (*sic*), a transmis un rapport détaillé du nouveau volcan. L'éruption a continué pendant seize jours et a formé un cône de deux cents pieds de haut avec un cratère de deux cents pieds de diamètre à son sommet. La cendre recouvre le pays jusqu'au Pacifique à une distance de cinquante milles. Vu la nuit, le bord du cône paraît incandescent jusqu'à mi-hauteur, avec la teinte de la chaleur rouge. Les flammes et les cendres s'élèvent au moins à cinq cents pieds. M. Dickinson pense que le volcan s'est épuisé par ses propres décharges (*was smothered with its own discharges*). »

Ce dernier article n'est évidemment qu'un résumé peu exact du

rapport de M. Dickerson sur l'éruption qui a commencé le 14 novembre et fini le 30. Elle a, par conséquent, duré seize jours. Comment M. Ramon de la Sagra la place-t-il en décembre? Y a-t-il eu renouvellement d'activité au 2 du mois?.....

— Le 3, 10 h. 10 m. du matin, à Zante, une secousse précédée d'un grand *rombo* ou bruit souterrain.

Le 8, 3 h. 50 m. du matin, une forte, mais brève secousse avec grand rombo; cinq minutes après, un grand bruit souterrain avec plusieurs secousses presque insensibles.

Le 16, 0 h. 5 m. du matin (minuit cinq minutes), grand rombo suivi d'une légère secousse. Les pluies, depuis le mois de novembre, ont été très-abondantes et exceptionnelles; elles ont duré quelquefois douze heures sans interruption.

— Le 7, 6 h. du matin, à Teniet-el-Haad (province de Miliana, Algérie), une légère secousse.

— Le 13, on mande de New-York qu'un tremblement de terre a été ressenti dans l'Honduras, au Venezuela et dans les îles voisines. (*Débats*, du 26 décembre.)

Dans le Guatemala et dans le Venezuela, secousses signalées, sans dates précises, mais comme récentes, par le *Times*, de la Nouvelle-Orléans, N° du 14 décembre. (Comm. de M. W. Mallet.)

— Le 18, 3 h. du matin, dans les États de Vermont et de New-York, jusqu'à White Hall au sud, et dans le Canada, de Belleville à Sackville, New-Brunswick, une secousse très-distincte d'environ 25 secondes de durée. A Burlington, Vt., la plupart des habitants ont été réveillés.

A Syracuse, 3 h. 10 m., on en a évalué la durée à une minute et demie. Mouvement du sud au nord, plus fort au commencement qu'à la fin.

A Montreal (Canada), 3 h. du matin, secousse avec bruit. Elle s'est étendue jusqu'à Port Hope à l'ouest et aux Trois Rivières à l'est.

A Ogdensburg, N. Y., 3 h. du matin, on a évalué la durée du bruit à deux minutes et celle des vibrations à une minute. Direction de l'ouest à l'est; intensité variant graduellement, plus grande au milieu qu'au commencement et à la fin.

A Hammond, N. Y., la première secousse a eu lieu, dit-on, dix minutes avant 3 h. et a été suivie d'autres plus légères. A 4 h. 27 m., il y en a eu une dernière qui a été tout à fait violente. (*Mobile Register* du 29 décembre, et *Amer. Jour.*, 2e sér., t. XLV, p. 135, janvier 1868.)

— Le 19, 6 h. ¼ du matin, à Tacna (Pérou), deux secousses.

— Le 27, 8 h. ¼ du soir, à Lyon, une légère secousse avec bruit souterrain comme celui d'une lourde voiture sur le pavé. Meubles agités et même renversés. En dehors de la ville, on ne l'a remarquée qu'à Oullins. (M. Fournet.)

— Nuit du 30 au 31, à Chavagnes et à Brouzils (Vendée), tremblement accompagné d'un bruit sourd, semblable au roulement d'une voiture. La première secousse, qui paraissait venir de l'ouest, a été très-forte et les oscillations qui ont suivi ont toujours été en diminuant.

— Le 31, 5 h. ½ du matin, à Florence, une légère secousse ondulatoire, suivie d'une autre plus forte quinze minutes après. Perturbation magnétique surtout après ces secousses.

A Poggio-Cherici, près de San-Sepolcro (province d'Arezzo), encore (*anche*) deux secousses ondulatoires, la première de l'ouest à l'est à 5 h. 40 m. du matin et la deuxième, de 5 secondes de durée, à 5 h. 30 m. (*sic*). (Mme Scarpellini.)

(*Sans dates mensuelles*). — Le 10 février 1868, on mande de Londres: « Des secousses de tremblement de terre ont été ressenties à Shanghaï et à Ningapoa. » Et le 11, on mande de New-York : « A Shanghaï, une secousse de tremblement de terre a causé une consternation considérable. » (*Times*, de la Nouvelle-Orléans, des 11 et 12 février 1868.)

Lorient (Morbihan), le 9 juillet 1868.

ALEXIS PERREY.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

RÉGÉNÉRATION ANATOMIQUE ET FONCTIONNELLE

DE LA MOELLE ÉPINIÈRE ;

PAR

MM. MASIUS ET VANLAIR,

PROFESSEURS A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE.

(Mémoire présenté à la classe des sciences le 10 juillet 1869.)

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

RÉGÉNÉRATION ANATOMIQUE ET FONCTIONNELLE

DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

Dans le cours de l'année 1867, l'un de nous, poursuivant des recherches qu'il avait entreprises dans le but d'arriver à la détermination de nouveaux centres spinaux chez le lapin, le chien et la grenouille, eut l'idée d'exciser, chez cette dernière, un segment de la moelle dans une certaine étendue et d'observer ensuite l'animal, afin de s'assurer s'il ne s'établirait pas dans l'organe lésé un travail régénérateur.

Contre son attente, il obtint des résultats positifs.

Non-seulement les grenouilles survécurent à cette grave mutilation, mais elles finirent même par rentrer dans le complet exercice de leurs fonctions. Les récisions avaient été pratiquées, pour la plupart, dans les deux derniers mois de l'année, et vers le mois de mai de l'année suivante, c'est-à-dire six mois après, la motilité volontaire et la sensibilité consciente s'étaient complétement rétablies dans toutes les parties du corps situées au-dessous de la section.

Au commencement de cette année, ces expériences furent reprises en commun, et le phénomène fut méthodiquement étudié au double point de vue de la réapparition de la *fonction* et de la reproduction du *tissu*. Ce sont les résultats de ces recherches que nous donnons aujourd'hui.

Nous avons compris tout d'abord qu'il ne nous serait possible d'arriver à des conclusions précises qu'après avoir préalablement acquis des notions exactes sur la structure intime de la moelle chez la grenouille et sur les fonctions dévolues à ses différentes parties, ainsi qu'aux nerfs qui en émanent.

Nous nous sommes livrés dans ce but, tout en observant les animaux opérés, à de nombreuses disquisitions qui parfois n'ont fait que confirmer les données déjà acquises à la science, mais parfois aussi nous ont permis d'élucider certaines questions encore litigieuses, et de rectifier quelques erreurs accréditées. Quelques-unes même nous ont révélé de nouveaux faits.

Nous commencerons par consigner les résultats de ces dernières expériences, puis nous aborderons la partie capitale de notre travail : l'*Histoire de la régénération anatomique et fonctionnelle de la moelle épinière.* Notre mémoire sera donc divisé en deux chapitres :

Le premier comprendra l'étude de certaines conditions anatomiques et physiologiques de la moelle à l'état normal;

Le second, l'histoire de la reproduction au point de vue histologique et fonctionnel.

I.

ÉTUDE DE CERTAINES CONDITIONS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

La structure intime de la moelle épinière de la grenouille a été l'objet, de la part des plus habiles histologistes, d'investigations sans nombre, et l'exposé des opinions émises par chacun d'eux en particulier nous entraînerait, pour peu qu'il fût complet, au-delà des limites que nous nous sommes imposées. Il nous est également interdit d'entrer ici dans aucune considération au sujet des idées générales qui ont présidé à la traduction physiologique des faits constatés au moyen du microscope. Nous n'aurions même pas à nous prononcer en faveur de l'une ou de l'autre des théories qui dominent l'anatomie physiologique de la moelle, si nous ne devions rencontrer plus tard des faits qui exigeront, de notre part, une interprétation dans l'un ou dans l'autre sens.

Disons donc seulement ici que nous partageons les vues de Stilling et de ses adhérents plutôt que celles à la défense desquelles l'école de Dorpat a attaché son nom.

Mais il est un point particulier de la structure de la moelle de la grenouille sur lequel on n'a guère insisté jusqu'ici et qui mérite pourtant une étude toute spéciale : c'est la constitution histologique de la portion de la moelle qui se prolonge en arrière de l'insertion des racines coccygiennes (10e et dernière paire rachidienne). On nous permettra donc d'entrer, à ce sujet, dans quelques détails dont la plupart sont du reste inédits.

On sait qu'au lieu de se terminer, comme chez l'homme, au niveau de la première ou de la deuxième vertèbre lombaire, le cordon médullaire envoie, chez la grenouille, un prolongement jusque dans l'intérieur du canal coccygien. Mais ce prolongement diffère sensiblement du reste de la moelle. On voit en effet celle-ci offrir, vers son extrémité postérieure, un prolongement, un

renflement conique analogue au cône médullaire de l'homme, et l'extrémité de ce cône se continuer en un long faisceau beaucoup plus grêle qui figure un second cône à base antérieure, plus aigu que le premier. De plus, on constate, au niveau du point où la moelle s'atténue ainsi brusquement, un changement remarquable dans sa coloration. Blanche et opaque dans tout le reste de son étendue, la moelle devient ici grise et translucide. Cette portion grise de la moelle est le *filum terminale*. Les sillons de la moelle, marqués par un double trait pigmenté, se prolongent sur les faces dorsale et ventrale du filament.

Par une dissection attentive, on parvient toujours à poursuivre ce faisceau jusque vers le milieu du canal prismatique formé par l'écartement des deux lames de la crête coccygienne : là, son extrémité contracte avec les parois du canal des adhérences assez intimes pour qu'on éprouve quelque peine à l'en détacher.

La substance molle et translucide dont se compose ce *filum terminale* est-elle constituée par un tissu analogue à celui de la substance grise des centres nerveux, ou bien simplement par du tissu conjonctif? En d'autres termes, avons-nous affaire ici à un véritable prolongement de la moelle épinière, ou bien à un simple faisceau de substance conjonctive fourni par la pie-mère ou par le stroma névroglique de la moelle ?

Afin de décider cette question, nous avons examiné un certain nombre de ces prolongements, les uns à l'état frais et dans l'iodserum, d'autres préalablement soumis à l'action de l'acide hyperosmique, d'autres, après une courte macération dans l'alcool absolu, d'autres, après un séjour de 48 heures dans une solution modérément concentrée d'acide chromique ou de bichromate de potasse. Les derniers enfin ont été imprégnés de carmin et traités ensuite par l'acide formique. Nous avons procédé par dilacération dans le premier cas, par section dans tous les autres.

Nous nous attendions à trouver le filament composé principalement d'un tissu névroglique, parcouru par les fibres nerveuses dont Kölliker a signalé déjà la présence[1], et enveloppé d'une

[1] *Handbuch der Gewenbelehre des Menschen*, 5e édition, 1867, p. 270.

membrane de tissu conjonctif vasculaire et pigmenté fourni par la pie-mère.

Mais voici les résultats imprévus que nous a donnés notre examen :

La portion la plus ténue, la plus reculée du filament terminal, est composée, dans sa plus grande masse, de *cellules épithéliales* (pl. I, fig. 2 et 4).

Ces cellules sont disposées de manière à former un *tube* cylindro-conique dont la surface interne est libre, et dont la surface extérieure est tapissée d'une couche excessivement mince de tissu conjonctif qui dérive de la pie-mère. Les parois du tube ne sont pas constituées par une simple couche, mais par deux ou trois couches concentriques de cellules. Les éléments les plus internes, de même que les plus externes, affectent une forme prismatique et ont leur grand diamètre dirigé dans un sens perpendiculaire à l'axe du canal; les cellules intermédiaires sont assez régulièrement polyédriques. Sur une coupe transversale, on distingue très-aisément ces différentes couches et la disposition radiée des éléments qui les composent.

En étudiant de plus près ces cellules épithéliales, on voit qu'elles se composent d'un noyau assez volumineux, finement granuleux, homogène, sans apparence de nucléole, et d'une couche de protoplasma tellement mince qu'il est très-difficile d'en constater la présence.

Du côté de la cavité, les bases des cellules forment une sorte de mosaïque à surface parfaitement lisse; nous n'y avons pas vu de cils. Le même aspect se reproduit à la surface externe. Les cellules cylindriques mesurent 8 à 9 μ dans leur plus grand diamètre, et de 5 à 6 μ dans l'autre sens. Ces dernières dimensions sont aussi celles des cellules polyédriques intermédiaires.

Le diamètre du tube épithélial, y compris les parois, mais abstraction faite de l'épaisseur d'ailleurs presque insignifiante de la pie-mère, est de 60 μ environ; la lumière du canal a 20 μ; c'est-à-dire que les parois ont exactement la même épaisseur que la cavité même qu'elles circonscrivent.

Une couche de tissu conjonctif, avons-nous dit, entoure exté-

rieurement le tube épithélial; mais ce revêtement conjonctif est extrêmement mince : son épaisseur est à peine suffisante pour que deux corpuscules plasmatiques puissent s'y placer de front, comme on peut s'en convaincre en examinant des préparations carminées traitées par l'acide formique.

A sa surface s'étalent d'élégantes traînées de cellules pigmentaires.

En poursuivant le filament terminal plus en arrière, on voit le tube épithélial se réduire à 40 μ d'épaisseur, et le canal se réduire dans la même proportion. Plus loin encore, le canal se termine en cul-de-sac, puis les cellules perdent leur arrangement régulier, et la masse épithéliale se continue enfin, sans ligne de démarcation bien nette, en un tractus de tissu conjonctif de 30 à 35 μ d'épaisseur qui, après un trajet extrêmement court, va se perdre lui-même dans le tissu périostique.

Si, au contraire, on examine successivement des portions du *filum terminale* situées plus en avant, on observe les modifications graduelles que nous allons décrire (pl. I, fig. 1).

Le filament terminal augmente insensiblement d'épaisseur au fur et à mesure qu'il se rapproche de l'entrée du canal coccygien. Lorsqu'il atteint, dans son diamètre transversal, plus de 60 μ, on rencontre déjà, outre la masse épithéliale, quelques *cellules* plus grandes, multipolaires, à prolongements très-délicats, pourvues d'un beau noyau sphérique et d'un nucléole brillant. Ces cellules sont placées immédiatement sous la pie-mère entre celle-ci et la surface externe du tube épithélial. Lorsqu'on essaye de détacher la pie-mère, ces cellules sont entraînées avec elle. Nous n'avons pas constaté, à ce niveau, de connexion anastomotique entre les prolongements de ces cellules et les cellules plasmatiques de la pie-mère, d'une part, et les cellules épithéliales, de l'autre. La lumière du canal a ici plus de 20 μ.

Plus en avant encore, lorsque la moelle dépasse 110 μ, on voit apparaître quelques *fibres* nerveuses qui n'ont pas plus de 1 μ d'épaisseur; elles sont pâles, variqueuses, dirigées longitudinalement et parallèlement les unes aux autres; elles sont placées entre les cellules multipolaires et la pie-mère. A travers ces fibres

et les cellules qui forment une couche très-mince et discontinue, on aperçoit encore très-nettement le tube épithélial. La lumière du canal atteint ici plus de 24 μ, c'est-à-dire qu'elle a augmenté d'une manière absolue, tout en subissant une réduction relative par l'addition de nouvelles couches cellulaires dans l'intérieur des parois.

Au sortir du canal coccygien, le double stratum de cellules étoilées et de fibres s'est notablement épaissi et il continue à s'accroître jusqu'au point où le *filum terminale* s'unit à la moelle proprement dite, point qui se trouve situé immédiatement en arrière de l'insertion de la 10ᵉ paire. Si, en cet endroit, l'on fait une coupe transversale très-mince et bien perpendiculaire à l'axe du cordon, on trouve la moelle composée des éléments suivants (pl. I, fig. 3) :

1° Dans la partie centrale, un large espace occupé par des éléments cellulaires assez volumineux, à gros noyaux (7 μ en moyenne), arrondis ou ovoïdes, le plus souvent simples, quelquefois doubles, enveloppés d'une couche assez mince mais parfaitement appréciable de protoplasma, d'où émanent de nombreux prolongements pâles et ramifiés d'une épaisseur moyenne de 2 μ. Ces derniers s'anastomosent avec les prolongements correspondants des cellules voisines, de manière à former un réseau d'une grande élégance dont les noyaux figurent les nœuds. Ces cellules n'étant qu'en petit nombre, il en résulte qu'il existe entre les filaments du réseau de grandes mailles vides : on a une sorte de reticulum à jour. La présence de ce tissu à claire-voie est utile à noter, car elle donnerait inévitablement lieu à une méprise si l'on se contentait d'examiner les coupes à l'œil nu : nul doute, en effet, qu'on ne prenne cet espace intérieur pour le canal central de la moelle prolongé dans le *filum terminale*.

2° En arrière de cet espace clair, c'est-à-dire du côté de la face dorsale de la moelle, et dans la ligne médiane, on trouve la coupe transversale du tube épithélial avec son canal intérieur. C'est là le véritable *canal médullaire*. Ici, les cellules internes sont toujours rangées avec la même régularité et circonscrivent toujours avec la même netteté la lumière du canal; mais les cellules péri-

phériques n'ont pas une disposition aussi simple. Dans le segment postérieur du tube, ces dernières sont en effet juxtaposées sans ordre bien déterminé, et atteignent en arrière le fond d'une échancrure à direction antéro-postérieure, située dans la ligne médiane et représentant le *sulcus posterior*. Latéralement, ces mêmes cellules perdent graduellement leur caractère épithélial, s'écartent insensiblement les unes des autres et finissent par disparaître pour faire place à des cellules étoilées et à des fibres : ces dernières sont pour la plupart longitudinales; quelques-unes, les plus grosses, affectent une direction oblique.

Le segment antérieur du tube, qui est un peu moins épais que le précédent, vient au contraire en contact, par les cellules les plus périphériques, avec l'espace occupé par le reticulum central, et l'on peut voir avec une grande netteté des prolongements émanant des cellules épithéliales se continuer avec les prolongements des cellules multipolaires.

3° En avant et sur les côtés de l'espace occupé par le tissu réticulaire, on voit, en allant de l'intérieur vers la périphérie, les cellules multipolaires se rapprocher les unes des autres, puis admettre dans leurs intervalles rétrécis des fibres longitudinales, puis enfin céder la place à celles-ci.

4° Une couche mince de tissu conjonctif (pie-mère) embrasse dans une gaîne commune toutes ces parties.

En interprétant les données qui précèdent, nous sommes conduits à reconnaître au filament terminal de la moelle la constitution suivante :

a. Le *filum terminale*, chez la grenouille, présente, dans ses parties supérieure et moyenne, les mêmes éléments que la moelle elle-même; mais ils y sont disposés d'une manière un peu différente. On a bien, à la périphérie, des fibres nerveuses en grande partie longitudinales, qui représentent les cordons, et, au centre, des cellules multipolaires qui représentent la substance grise; mais ces dernières sont clair-semées et occupent un espace assez régulièrement circulaire : ce qui fait qu'on n'a ici ni cornes antérieures, ni cornes postérieures, ni par conséquent non plus de cordons. Le canal médullaire s'observe également dans le filament

terminal, mais sa situation tout à fait excentrique, son revêtement épithélial stratifié et les communications anastomotiques que contractent les cellules de ses parois avec les cellules multipolaires de la partie centrale lui impriment aussi un caractère particulier.

b. A mesure qu'on se rapproche de l'extrémité postérieure du filament terminal, celui-ci se dépouille successivement de sa couche de fibres nerveuses, puis de ses cellules ganglionnaires, et finit par se réduire à un cylindre épithélial creux qui représente le canal central.

Si nous comparons maintenant la composition du filament terminal de la grenouille, telle que nous venons de la formuler, avec celle de la même partie chez l'homme, nous constatons entre ces deux structures de remarquables différences.

Il est bien avéré aujourd'hui que chez l'homme adulte le *filum terminale* doit être considéré, dans son extrémité *inférieure*, comme un simple cordon de tissu conjonctif constitué par un prolongement de la pie-mère, par l'extrémité de l'artère spinale antérieure et par des veines (Stilling). Luschka et Kölliker y ont signalé en outre l'existence de fibres nerveuses à double contour. Le canal central s'ouvrirait, d'après Stilling, d'abord à l'extrémité du cône médullaire dans le fond du sillon postérieur, puis il se reconstituerait un peu plus bas au moyen d'une couche de tissu médullaire pour se terminer enfin en cul-de-sac vers le milieu du filum terminale.

Vers son *origine*, le filament terminal de l'homme serait constitué par un prolongement épendymateux de la moelle. Il se composerait de cellules rondes, de 11 à 13 μ, pâles et nucléées, de tubes nerveux assez grêles, situés pour la plupart entre les cellules, et enfin de nombreuses fibres pâles, délicates, sur la nature desquelles on n'est pas encore fixé. Quant aux rapports que contracteraient les cellules épithéliales du canal central avec le tissu propre de la moelle, Gerlach et Kölliker disent avoir vu des prolongements filiformes émanant des cellules épithéliales se mettre en continuité avec les éléments de la substance stromatique de la moelle. Ces mêmes prolongements ont été observés par Stilling,

Kupffer, Bidder et Traugott sur la grenouille, par L. Clarke sur le bœuf, par Mauthner sur le brochet et par Reissner sur le Petromyzon fluviatilis. Les trois derniers se prononcent également pour l'union de ces filaments épithéliaux avec le reticulum de la substance grise, tandis que Frey considère cette communication comme invraisemblable.

Dans ces derniers temps, Schœnn [1] a prétendu qu'il n'existait pas d'épithélium dans le canal central de la moelle, et que cette erreur reposait sur une confusion que l'on aurait faite entre les prétendues cellules et des filets nerveux. Mais c'est là une assertion qui nous semble bien hasardée et que nous ne pouvons admettre.

D'après ce qui précède, il y aurait donc, entre la constitution du filum terminale chez l'homme *adulte* et celle de la même partie chez la grenouille, d'importantes distinctions à établir. Mais si l'on se reporte au développement *embryonnaire* de la moelle de l'homme, on n'est pas peu surpris de voir les différences s'atténuer de plus en plus, et l'examen des faits conduire à cette conclusion que le *filum terminale* de la grenouille adulte ressemble à une moelle humaine arrêtée dans son développement. Il y a plus : chacun des segments du *filum terminale*, chez la grenouille adulte, représente les phases successives du développement de la moelle épinière de l'homme.

Il nous sera facile de démontrer la légitimité de cette double proposition.

La plupart des embryologistes admettent aujourd'hui, avec Bidder, Kupffer et Kölliker [2], que le premier rudiment de la moelle chez l'embryon humain consiste en un *canal* dont les parois sont constituées par des cellules disposées avec une grande régularité et affectant autour de la lumière du canal une disposition *radiée*. Ces cellules, *petites* et *allongées*, représentent un *épithélium stratifié*, composé d'au moins 3 ou 4 couches.

[1] *Ueber das angebliche Epithel des Rückenmark-Zentralkanales*, 1865.

[2] *Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere*. Leipzig, 1861, p. 257.

Un peu plus tard, on voit se produire dans l'épaisseur de cette paroi du canal une séparation en deux couches. La plus interne reste telle et forme le *revêtement épithélial définitif* du canal médullaire. La plus externe se métamorphose en *substance grise.* Il n'y a plus alors de séparation bien nette entre ce qui est épithélium et ce qui est substance médullaire proprement dite. La substance blanche n'apparaît que *plus tard* autour de la substance grise, et se constitue sans aucun doute aux dépens de celle-ci.

Chez un embryon de quatre semaines, où l'on a déjà un dépôt de substance grise et de substance blanche, l'épithélium du canal arrive, dans la ligne médiane et aussi bien en avant qu'en arrière, jusqu'à la surface même de la moelle où il se trouve tout à fait *à découvert.*

A huit semaines, l'épithélium se trouve encore à nu dans la ligne médiane *en arrière;* en avant, il est déjà recouvert par la commissure antérieure.

A trois mois seulement, le canal central s'est en quelque sorte rétracté vers l'intérieur de la moelle et se trouve alors enveloppé, de toutes parts, de tissu médullaire. En même temps que le canal central se retire vers l'axe du cordon médullaire, il éprouve une espèce d'*atrophie progressive.* Chez un embryon de quatre semaines, il occupe à lui seul presque toute la moelle, et son revêtement épithélial a de 86 μ à 95 μ d'épaisseur. Chez l'adulte, au contraire, les dimensions du canal peuvent descendre à 22 μ, c'est-à-dire n'occuper qu'un point très-circonscrit de la surface de section de la moelle, — et l'épaisseur de la couche épithéliale, devenue simple, tombe également à 22 μ.

Nous demanderons maintenant si, en comparant aux différents segments du *filum terminale* de la grenouille la série de ces états primordiaux chez l'homme, l'on peut méconnaître leur frappante analogie, et si l'on n'est pas tenté de considérer la figure schématique que nous donnons du filament terminal de la grenouille comme une représentation synchronique des phases successives du développement de la moelle chez l'embryon humain !

Nous bornons là nos considérations histologiques sur le *filum*

terminale, la seule partie dont la structure intime présentât pour nous un intérêt direct, et nous passons à l'étude des propriétés physiologiques de certaines parties de la moelle.

Pour se rendre un compte exact des effets de la section de la moelle sur la sensibilité et le mouvement, il importait tout d'abord de circonscrire le territoire cutané des principales racines et spécialement des racines sensitives.

Nous avions, pour nous guider dans cette recherche, des travaux assez nombreux publiés en Allemagne. Ces travaux sont dus à Peyer, qui a expérimenté sur le lapin, à Türk, qui l'a fait sur le chien, à Krause qui l'a fait en partie sur le lapin et en partie sur le singe, enfin à Ecklard et à Koschewnikoff, qui ont pris la grenouille pour sujet de leurs expériences [1].

Nous avions à choisir entre plusieurs procédés d'expérimentation et particulièrement entre celui de Türk et celui d'Echkard.

Le premier consiste à pratiquer la section de la racine dont on veut reconnaître le domaine cutané et à chercher ensuite les points de la surface tégumentaire qui ont perdu leur sensibilité.

La seconde méthode est l'inverse de la précédente. On sectionne toutes les racines à l'exception de celle dont on veut circonscrire le territoire cutané; puis, cela fait, on cherche à délimiter l'étendue dans laquelle la sensibilité du tégument s'est conservée.

Krause atteint le même but par une voie moins directe. Son procédé est une application de la méthode Wallérienne. Il sectionne la racine dont il veut reconnaître la circonscription, aban-

[1] Peyer, *Ueber die peripherischen Endigungen der motorischen und sensiblen Fasern der in Plexus brachialis des Kaninchens eintretenden Nervenwurzeln.* Zeitschr. für ration. Medicin. N. F. Bd IV.

Türk, *Vorläufige Ergebnisse von Experimental-Untersuchungen zur Ermittelung der Haut-Sensibilitätsbezirke der einzelnen Rückenmarks-Nervenpaare.* Sitzungsber. der K. K. Acad. zu Wien, 1856.

Krause, *Beiträge zur Nevrologie der oberen Extremität.* 1865.

Eckhard, *Ueber Reflexbewegungen der vier letzten Nervenpaare des Frosches.* Zeitschr. für ration. Med. Bd. VII. 1847.

Koschewnikoff, *Ueber die Empfindungsnerven der hinteren Extremitäten beim Frosche.* Archiv. für Anat. und Physiol. von Reichert und Du Bois-Reymond. 1868. N° 3.

donne l'animal pendant deux à trois semaines, puis recherche au moyen du microscope quels sont les filets de la peau qui ont été envahis par la dégénérescence graisseuse.

Koschewnikoff a employé principalement le procédé d'Eckhard. Nous avons, au contraire, donné la préférence à celui de Türk, parce que dans des essais préliminaires, nous nous sommes convaincus que la section d'un certain nombre de racines sensitives avait pour effet inévitable d'affaiblir l'activité de la moelle et de diminuer, par conséquent, la netteté des réactions quand on venait à irriter les filets sensitifs appartenant aux racines que l'on avait ménagées [1].

Néanmoins, dans quelques cas, nous avons eu recours aussi au procédé d'Eckhard, comme moyen de contrôle.

Quant à la méthode de Krause, elle est trop lente et ne donne pas d'ailleurs de résultats aussi tranchés.

Le mode d'irritation que nous avons employé a consisté dans l'application sur le tégument de petits disques de papier trempés dans de l'acide sulfurique très-dilué. La grenouille nous a paru beaucoup plus sensible à cette irritation qu'à celle que l'on produit en pinçant ou en piquant la peau.

Train postérieur.

Les résultats que nous avons acquis pour le train postérieur ont en partie corroboré ceux que Koschewnikoff a consignés dans

[1] Voyez sur ce sujet les mémoires suivants :

Von Bezold et Uspensky, *Ueber den Einfluss der hinteren Rückenmarkswurzeln auf die Erregbarkeit der vorderen.* CENTRALBLATT F. D. MED. WISS. 1867. Nos 39 et 52.

E. Cyon, Même titre, même recueil. 1867. No 41.

Guttmann, *Zur Lehre vom Einfluss der hinteren Rückenmarkswurzeln auf die Erregbarkeit der vorderen.* Même recueil. 1867. No 44.

Grünhagen, *Ueber den vermeintlichen Einfluss der hinteren Wurzeln des Rückenmarks auf die Erregbarkeit der vorderen.* BERLINER KLIN. WOCHENSCHR. 1868. No 9.

Choumowsky, *Sur les propriétés générales des centres cérébro-spinaux.* Analyse de Marsicani, in *Gaz. médic. de Paris.* Année 1869. No 18.

son travail, mais ont aussi infirmé quelques-unes de ses conclusions.

Ainsi, c'est avec raison qu'il avance que la peau de la circonférence externe de la cuisse est *exclusivement* animée par la 7ᵉ racine sensitive. Mais les circonscriptions qu'il assigne aux autres racines ne nous ont pas paru aussi nettement limitées qu'il le prétend. S'il est incontestable, par exemple, que *toute* la partie externe de la cuisse reçoit, ainsi qu'il l'affirme, sa sensibilité de la 7ᵉ racine, il n'est pas aussi exact de dire que la 7ᵉ racine ne fournit qu'à cette partie et un peu aussi à la région inguinale et sacrée, ainsi qu'à la partie externe du genou et de la partie supérieure de la jambe. Le domaine de la 7ᵉ racine peut en effet s'étendre beaucoup plus loin. Nous avons vu, chez deux grenouilles, disparaître à peu près complétement par la section isolée de la 7ᵉ racine du côté droit la sensibilité dans le membre postérieur correspondant, à l'exception seulement de la surface interne et postérieure de la partie supérieure de la cuisse. En coupant ensuite la même racine du côté gauche, nous avons obtenu des résultats équivalents; d'où il suit que, chez ces grenouilles, la 7ᵉ racine fournissait aussi à la jambe et au pied.

Nous devons confesser pourtant que dans la plupart des cas, en opérant soit par le procédé de Türk, soit par celui d'Eckhard, nous avons trouvé exactement pour la 7ᵉ racine les limites indiquées par Koschewnikoff.

D'après le même auteur, la 8ᵉ racine fournirait à la moitié interne de la circonférence de la cuisse, à la partie externe du genou, au bord externe et à la face postérieure de la jambe, et à toute la surface du pied, mais principalement à la face dorsale. Or, chez une grenouille des plus vivaces, nous avons vu, par la section directe de la 8ᵉ sensitive, l'abaissement de la sensibilité s'étendre à la jambe et au pied d'une manière à peu près uniforme, tandis que la sensibilité restait *très-vive* dans la partie supéro-interne de la cuisse. La sensibilité de la partie supéro-externe de la cuisse était naturellement conservée.

Les filets de la 9ᵉ racine, au dire de Koschewnikoff, se répandraient dans la circonférence interne de la cuisse, principalement

dans sa portion inférieure, au jarret, à la circonférence interne de la jambe, surtout à sa face ventrale, et enfin, à toute la surface du pied en y comprenant les orteils, mais plus spécialement à la face plantaire et au premier orteil. Cette détermination est-elle plus rigoureuse que les précédentes? Nous ne le pensons pas; car nous avons vu, chez une de nos grenouilles, une section simultanée des 8e et 9e racines produire un affaiblissement de la sensibilité dans toute l'étendue du membre postérieur, à l'exception de la circonférence *tout entière* de la partie supérieure de la cuisse, où la sensibilité était restée intacte. Si la partie interne de la cuisse recevait en réalité la plupart de ses nerfs sensitifs de la 9e racine, on aurait obtenu ici une diminution notable dans la sensibilité de cette partie.

Quant à la 10e racine, elle se répand, ainsi que Koschewnikoff l'a constaté, dans la peau du pourtour de l'anus et dans la partie supéro-interne de la cuisse.

En résumé, s'il est possible d'assigner un territoire assez nettement circonscrit à la 7e et à la 10e racine, on ne peut fixer que d'une manière assez vague les limites de la région animée par les 8e et 9e racines. Il n'est surtout pas possible de tracer le champ d'action respectif de chacune de ces deux dernières racines.

Ces variations proviennent, sans aucun doute, des différences individuelles que présente le volume relatif des racines.

Train antérieur.

Les racines qui fournissent au train antérieur sont, comme on le sait, la deuxième et la troisième.

La deuxième est de beaucoup la plus volumineuse.

La troisième, après sa sortie du trou de conjugaison, vient en grande partie se confondre avec la précédente.

La section de la 2e racine a fait disparaître à peu près complétement la sensibilité dans toute l'étendue du membre antérieur; tandis que la section de la 3e racine ne nous a paru exercer qu'une influence des plus restreintes sur la sensibilité du membre :

le membre restait presque aussi excitable après qu'avant la section, et cela aussi bien vers son extrémité que vers sa racine.

Les résultats qui précèdent renferment implicitement la solution d'une question qui a longtemps divisé et divise encore aujourd'hui les physiologistes. C'est celle qu'a soulevée Marshall-Hall, quand il a émis sa théorie d'un système de fibres nerveuses purement *excito-motrices*, c'est-à-dire de fibres *exclusivement* affectées à l'accomplissement des phénomènes réflexes.

Le système excito-moteur de Marshall-Hall, tel qu'il l'entendait, n'est plus admis aujourd'hui. On n'accepte plus cette continuité *directe* des fibres « excitatrices » avec les fibres motrices réflexes. La plupart des physiologistes pensent que les fibres périphériques centripètes servent à la fois de conducteurs aux excitations réflexes et aux impressions sensitives, et que les fibres centrifuges portent également aux muscles l'impulsion réflexe et l'impulsion volontaire : dans la moelle seulement s'opérerait une sorte de décussation de la fibre par l'intermédiaire des cellules nerveuses.

Mais il est encore un certain nombre d'auteurs qui croient à l'existence de fibres purement réflexes, et de fibres purement sensitives et volontaires : seulement, ils ont modifié la théorie de Hall en ce sens qu'ils admettent que la communication existante entre les fibres réflexes excitatrices et motrices se fait par l'intermédiaire de cellules ganglionnaires qui constituent un appareil central de réflexion.

On a été plus loin encore. On a cru trouver des racines postérieures complétement dépourvues de fibres excitatrices, c'est-à-dire ne possédant que des fibres sensitives proprement dites, et des racines antérieures privées de toute fibre motrice réflexe, c'est-à-dire exclusivement composées de fibres volontaires.

Ainsi, Paschutin a prétendu que deux seulement des quatre racines motrices qui fournissent aux membres postérieurs de la grenouille étaient douées d'une activité réflexe : les deux autres seraient uniquement volontaires. Et Beresin [1] a cru découvrir,

[1] *Ein experimenteller Beweis, dass die sensiblen und die excito-motorischen Nervenfasern der Haut des Frosches verschieden sind.* CENTRALBLATT F. DIE MEDIC. WISSENSCH. N° 9, 1866.

dans la première des racines sensitives qui animent les mêmes parties, une racine exclusivement apte à la transmission des impressions sensitives.

Sanders-Ezn [1] s'est élevé contre l'opinion du premier, et Koschewnikoff [2] a contesté les résultats du second.

Nous avons voulu, chemin faisant, voir de quel côté se trouvait la vérité, au moins en ce qui concerne les racines postérieures.

Il nous a suffi, pour cela, de sectionner préalablement la moelle vers le milieu de la région dorsale, à une certaine distance de la moelle allongée d'une part, et de l'origine de la 7e racine postérieure de l'autre, — de diviser ensuite toutes les racines postérieures concourant au plexus sciatique, à l'exception de la 7e, et d'observer alors les phénomènes provoqués par l'irritation de la peau dans le train postérieur. Nous avons répété plusieurs fois cette expérience, et, dans *tous* les cas, nous avons obtenu des mouvements réflexes manifestes dans les membres postérieurs, soit en pinçant la peau, soit en appliquant sur elle un disque de papier imprégné d'acide sulfurique au niveau de la partie supérieure externe de la cuisse.

La réaction n'était pas tout à fait aussi prononcée qu'avant la section des racines, mais nous avons déjà dit que la moelle isolée des racines postérieures perdait une bonne partie de son activité.

En présence d'un résultat aussi constant, il n'est plus permis de douter de l'illusion de Beresin.

Comme le plexus brachial ne reçoit que deux racines postérieures, et que leurs dimensions sont très-inégales, nous nous sommes demandé si les propriétés particulières arbitrairement attribuées par Beresin à la première racine du plexus sciatique ne se rencontreraient peut-être pas dans la première racine du plexus brachial.

Deux premières expériences, pratiquées avec tout le soin désirable, nous avaient donné un résultat positif. Nous avions, dans ces deux cas, sectionné d'abord la moelle au-dessus de l'insertion

[1] *Vorarbeit für die Erforschung des Reflex-Mechanismus im Lendenmarke des Frosches.* SITZUNGSBER. DER SACHS. GESELLSCH. DER WISS. 1867.

[2] *Op. citat.*

de la première racine du plexus, et nous nous étions assurés que dans ces conditions l'irritation chimique des membres antérieurs provoquait encore des mouvements étendus des deux côtés. Nous avons alors divisé, chez les mêmes grenouilles, la deuxième racine du plexus du côté droit, tout près de son insertion médullaire, et nous avons vu disparaître à l'instant toute réaction motile dans le membre correspondant, tandis que la réflexibilité persistait pour le membre gauche. Nous avons alors opéré la section de la racine gauche, et, dès ce moment, toute irritabilité réflexe a disparu dans le membre gauche.

Mais ce fait était trop contraire à nos prévisions pour que nous l'acceptassions sans contrôle. Les premières grenouilles étaient un peu affaiblies; nous en avons choisi d'autres plus vivaces, et nous avons vu, cette fois, l'excitabilité réflexe persister quand on irritait la peau des membres antérieurs après avoir préalablement divisé la moelle en arrière du sinus rhomboïdal, et avoir détaché de son insertion la troisième racine rachidienne.

La 1re racine postérieure du plexus brachial est donc à la fois sensitive et réflexe. Pas plus que la 1re racine postérieure du plexus sciatique, elle ne jouit de propriétés exclusivement sensitives [1].

Ainsi, l'on peut dire qu'il n'existe, ni dans la série des racines postérieures émanant de la portion brachiale de la moelle, ni dans celle des racines postérieures émergeant de la portion lombaire, des racines exclusivement dévolues à la sensibilité consciente. Toutes doivent être considérées comme également aptes à la transmission des excitations sensitives proprement dites et de l'excitation réflexe. Et si l'on raisonne par induction, on en viendra à reconnaître cette double propriété à toutes les *racines postérieures* indistinctement.

Cela pourtant ne nous autorise pas à conclure qu'il n'existe

[1] Les premiers résultats peuvent s'expliquer par le défaut de vigueur naturel des grenouilles opérées, par l'épuisement excessif causé chez la grenouille par une section très-rapprochée de la moelle allongée, et, enfin, par le peu d'excitabilité réflexe des membres antérieurs en comparaison de celle dont jouissent les membres postérieurs.

pas, chez la grenouille, de *fibres* exclusivement excito-motrices. Nous sommes seulement en droit d'affirmer que si ces fibres existent, elles ne sont, en aucun cas, réunies en faisceaux isolés au sortir de la moelle, et ne se trouvent pas plus spécialement renfermées dans une racine que dans une autre. Néanmoins, nous pensons qu'il est plus rationnel d'admettre que les fibres des racines postérieures sont également propres à remplir les deux fonctions, et que la division des fonctions s'opère seulement dans le centre médullaire. Et encore, l'indépendance entre les appareils réflexes et le cerveau ne doit-elle pas être complète : des fibres longitudinales doivent relier les premiers au second, et c'est par l'intermédiaire de ces fibres que les *centres empêchants* du cerveau (Setschenow) doivent exercer sur les centres réflexes leur influence déprimante.

Nous venons de fixer le territoire *cutané* des racines sensitives qui concourent à la formation du plexus sciatique et du plexus brachial. Il nous reste maintenant à en circonscrire le territoire *médullaire*.

On admet communément[1] qu'une fibre périphérique, douée de la faculté de transmettre une impression destinée à être perçue, doit aboutir directement ou indirectement aux cellules du sensorium cérébral. Celles-ci peuvent donc être considérées comme le centre commun des fibres qui mettent en action la perceptivité. Mais si l'on décapite l'animal, ou si l'on suspend, par une section transversale, toute communication entre la moelle et le cerveau, les fibres périphériques et médullaires qui servaient antérieurement à amener jusqu'au sensorium les impressions extérieures, ces fibres, disons-nous, perdront-elles dès cet instant toute leur activité? D'après ce que nous avons dit précédemment, il y a tout lieu de croire qu'elles vont simplement changer de rôle. Les impressions qu'elles vont transmettre alors ne seront plus que des impressions *réflexes*.

[1] Nous disons « *communément* » et non « *universellement* » parce qu'il est un certain nombre de physiologistes qui partagent les idées originales de Pflüger — idées que tout le monde connaît — sur le sensorium de la moelle.

Le centre commun des phénomènes réflexes sera évidemment la substance grise de la moelle. Et, de plus, cette substance grise pourra être décomposée virtuellement en un certain nombre de centres particuliers, dont chacun correspondra à une paire de racines ; c'est-à-dire que chaque système de racines a son centre réflexe spécial dans la substance grise de la moelle.

Ce sont les limites de ces *centres médullaires réflexes* que nous avons cherché à fixer avec plus de précision qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

Train postérieur.

Bien que les expériences auxquelles nous nous sommes livrés dans le but de délimiter les centres réflexes des racines du train postérieur fussent longues et délicates, nous les avons répétées sur un grand nombre de grenouilles afin d'entourer nos résultats de toutes les garanties possibles d'exactitude.

Nous avions d'abord cherché à atteindre notre but en découvrant la face dorsale de la colonne vertébrale et en pratiquant ensuite, à l'exemple de Koschewnikoff, soit dans le cartilage articulaire, soit dans le corps même des vertèbres, des sections transversales intéressant la moelle et assez profondes pour la diviser d'une manière complète, et cela, à différents niveaux. Nous excitions alors les téguments de la grenouille. Nous constations ainsi la disparition ou la persistance de la sensibilité réflexe dans les circonscriptions cutanées correspondant aux différentes racines, et, par conséquent, la lésion ou l'état d'intégrité de leur centre.

A la suite de quelques tâtonnements, nous étions arrivés, en procédant de cette façon, à circonscrire un segment de la colonne entre les limites duquel devait se trouver compris le centre général des racines du plexus sciatique. Tant qu'on ne sectionnait la colonne — et avec elle le cordon médullaire — qu'en avant de la limite antérieure, ou en arrière de la limite postérieure, on était certain de voir la réflexibilité du train postérieur entièrement conservée.

La limite antérieure n'a, pour ainsi dire, jamais dépassé le car-

tilage unissant les 3[e] et 4[e] vertèbres, et l'union de la 5[e] avec la 6[e] vertèbre a presque toujours marqué la limite postérieure.

Mais des sections faites entre ces limites ne nous ont donné que des résultats très-variables; et ceux-ci n'ont pas toujours concordé avec ceux de Koschewnikoff qui, pourtant, n'avait pas suivi d'autre procédé que celui dont nous venons de faire mention.

Ainsi, Koschewnikoff dit que la section de la moelle vers le milieu de la 4[e] vertèbre fait disparaître l'impressionnabilité réflexe des parties du tégument animées par la 7[e] racine. La section faite entre la 4[e] et la 5[e] vertèbre enlèverait de plus toute excitabilité à la région correspondante à la 8[e] racine. Enfin, une section pratiquée un peu au-dessous de la 5[e] vertèbre anéantirait, suivant lui, l'excitabilité de tout le membre postérieur.

Or, nous avons constaté que l'excitabilité réflexe du membre tout entier persistait, dans la plupart des cas, quand on faisait la section au niveau du corps de la 4[e] vertèbre; qu'il fallait aller, en général, jusqu'à l'union de la 4[e] et de la 5[e], et même quelquefois jusque dans le corps de la 5[e] pour obtenir l'anesthésie des parties animées par la 7[e] racine; et qu'on devait enfin descendre au moins jusqu'au niveau de l'union entre la 5[e] et la 6[e] vertèbre, parfois même jusqu'au milieu de cette dernière, pour être certain d'insensibiliser tout le membre.

Les limites indiquées par Koschewnikoff devraient donc en général être reportées en arrière.

La cause de ces divergences est facile à saisir. Elle réside dans ce double fait que les racines n'ont pas, ainsi que nous l'avons précédemment établi, une distribution cutanée bien constante, et surtout que leur point d'émergence médullaire n'a rien de fixe par rapport aux vertèbres. Elles sortent bien toutes du canal spinal, et d'après un ordre régulier, par les trous de la conjugaison; mais, pour y arriver, elles parcourent dans l'intérieur du canal, et plus ou moins parallèlement à la moelle elle-même, un trajet plus ou moins long suivant la hauteur de la vertèbre ou des vertèbres interposées entre leur origine et les trous de conjugaison qui doivent leur livrer passage. Cette hauteur n'étant rien moins que constante, ainsi que nous nous en sommes assurés par des

mensurations directes, il va de soi que si l'on prend une vertèbre comme point de repère, celle-ci se trouvera tantôt plus rapprochée, tantôt plus éloignée de la naissance de la racine.

Voici pourtant quelques rapports que nous avons établis d'après un grand nombre de mensurations.

1. L'origine de la 7ᵉ racine postérieure se rencontre principalement au niveau de l'articulation entre la 5ᵉ et la 6ᵉ vertèbre, mais cette racine peut naître tout du long du corps de la 5ᵉ et très-rarement au-dessous.

2. L'émergence de la 8ᵉ racine occupe pour ainsi dire exclusivement le corps de la 6ᵉ vertèbre ; quelquefois on la rencontre à la partie inférieure du corps de la 5ᵉ, mais jamais au-dessous de l'articulation entre la 6ᵉ et la 7ᵉ. L'insertion la plus fréquente a lieu dans la moitié supérieure de la 6ᵉ vertèbre.

3. Les origines de la 9ᵉ racine s'étendent du milieu du corps de la 6ᵉ vertèbre jusqu'au milieu du corps de la 7ᵉ ; c'est le plus souvent au niveau même de l'union entre les deux vertèbres précitées qu'émerge cette racine.

4. La 10ᵉ racine offre des insertions plus variables que toutes les autres. On peut la voir naître, en effet, depuis le milieu de la 6ᵉ vertèbre jusqu'au milieu de la 8ᵉ; mais ces deux insertions sont exceptionnelles; généralement, la 10ᵉ racine naît à peu près uniformément dans toute la hauteur du corps de la 7ᵉ vertèbre et n'en dépasse pas les limites.

Les mensurations ont été faites au moyen d'un procédé particulier qui nous paraît de nature à être employé avec le plus grand avantage toutes les fois que, dans des recherches anatomiques un peu délicates portant sur les racines nerveuses, on voudra tracer une ligne de démarcation bien nette entre ce qui est tissu nerveux *radiculaire* et ce qui est tissu nerveux *central*. Il est fondé sur l'application d'un réactif usité depuis quelques années en microscopie : l'*acide hyperosmique*.

En trempant la moelle pourvue de ses racines dans une solution au centième d'acide, et en exposant ensuite pendant quelques minutes le tissu imprégné à la clarté du jour, les racines se colorent en gris d'abord, puis en noir, jusqu'à leur insertion, tandis

que la moelle acquiert à peine une teinte grisâtre. Le point d'implantation des racines se trouve ainsi admirablement indiqué, et il devient alors très-facile de mesurer les relations de niveau qui existent entre l'insertion de chaque racine et un point quelconque de la moelle ou de la colonne vertébrale.

Les moyennes que nous avons données plus haut et qui ont été recueillies à l'aide de ce procédé s'écartent sensiblement de celles de Koschewnikoff ;

Là où cet auteur fixe l'origine de la 8ᵉ racine, nous plaçons celle de la 7ᵉ (articulation entre les 5ᵉ et 6ᵉ vertèbres), — et la 8ᵉ racine descend, pour nous, dans le corps de la 6ᵉ vertèbre. Le niveau qu'il assigne à l'insertion de la 9ᵉ racine est également trop en avant : du corps de la 6ᵉ, nous le reculons jusqu'à l'articulation entre la 6ᵉ et la 7ᵉ vertèbre.

La 10ᵉ racine est la seule que nous ayons vue naître au même niveau que lui : dans toute l'étendue du corps de la 7ᵉ vertèbre.

Ici encore, on voit que Koschewnikoff a porté ses niveaux trop en avant.

Mais, nous le répétons de nouveau, les insertions des racines se font, par rapport aux vertèbres, à des niveaux si variables que l'on peut considérer comme vaine toute expérience dans laquelle il n'est tenu compte que de ces niveaux [1].

Ajoutons que certaines grenouilles ne possèdent que huit vertèbres, y compris la vertèbre sacrée, mais abstraction faite du coccyx; et l'on comprend que cette anomalie, si elle passe inaperçue, donne lieu à de fausses appréciations.

Ce qu'il fallait donc ici, c'était fixer avec la plus parfaite exactitude, pour chaque grenouille opérée, l'*intervalle qui sépare les*

[1] L'électricité peut être employée avec succès pour déterminer *approximativement* l'origine des premières racines du train postérieur, sans léser l'animal. Nous avons observé, en effet, que lorqu'on fait usage d'un courant *faible* et qu'on applique un électrode de l'appareil à tétaniser de Dubois-Reymond sur la partie antérieure du corps, et qu'on porte successivement l'autre électrode en arrière, on obtient des mouvements dans le train postérieur dès qu'on atteint les environs du point au niveau duquel prennent ordinairement naissance les premières racines du plexus.



insertions de chaque racine en particulier du point de la moelle où la section a été pratiquée.

Mais comment y parvenir?

Une première méthode, très-simple et en apparence très-rigoureuse, consistait à ouvrir tout d'abord le canal spinal en enlevant les apophyses épineuses et les arcs vertébraux, — à reconnaître sur la moelle ainsi mise à nu l'origine de chaque racine postérieure, — à sectionner la moelle au-devant de chacune de ces racines à une distance *déterminée* de leur origine respective, et à constater les effets produits par ces sections sur l'excitabilité réflexe dans les différents territoires cutanés. Mais à peine avions-nous procédé à nos premières recherches, en suivant la méthode que nous venons d'indiquer, que nous nous sommes aperçus de son insuffisance. Nous avons vu, en effet, que l'hémorragie occasionnée par la division des vaisseaux spinaux, la douleur de l'opération, les froissements inévitables que subit la moelle par l'action des instruments, enfin, les altérations déterminées par le contact de l'air atmosphérique, ne tardaient pas à affaiblir et même parfois à annihiler l'activité de l'organe.

Force nous fut donc de chercher une autre méthode.

Voici celle que nous nous décidâmes à suivre, bien qu'elle offrît l'inconvénient de ne donner de résultats bien précis qu'au prix d'expériences multipliées, aussi longues que fastidieuses.

Sur la grenouille intacte, une section transversale unique était pratiquée en un point de la colonne, section s'étendant à toute l'épaisseur de la moelle contenue dans le canal vertébral, et l'on notait immédiatement les modifications apportées par cette section dans l'excitabilité réflexe des différentes régions du train postérieur. Puis on faisait sur-le-champ l'autopsie de la grenouille opérée, et l'on voyait à quelle distance de l'*origine des racines* la section avait été pratiquée. Cette distance était mesurée au moyen d'une règle millimétrique, après avoir coloré les racines par l'acide hyperosmique.

Nous nous bornerons à indiquer ici les résultats généraux de nos recherches :

1° Les centres réflexes qui relient aux fibres motrices corres-

pondantes les fibres qui composent les quatre racines postérieures du plexus sciatique (7e, 8e, 9e et 10e racines rachidiennes) sont compris dans un segment de moelle qui s'étend depuis un peu moins de deux millimètres en avant de l'insertion de la 7e racine jusques immédiatement en arrière de l'insertion de la 10e.

2° Ce segment peut se décomposer en une suite de centres réflexes dont chacun correspond à une paire de racines, et qui se succèdent dans le même ordre que les racines elles-mêmes.

3° Il est incontestable qu'il existe un centre particulier pour la 7e et aussi pour la 10e racine. Aux 8e et 9e racines répond aussi un appareil réflexe; mais il n'est pas démontré, bien que le fait soit pour ainsi dire indubitable, que cet appareil se décompose en deux centres, l'un pour la 8e, l'autre pour la 9e racine. L'existence de cette lacune, que nous considérons comme impossible à combler dans les conditions actuelles, tient à ce que les territoires cutanés de ces deux racines sont, comme nous l'avons dit précédemment, très-peu distincts l'un de l'autre.

4° Pour les centres qui ont pu être fixés directement et *isolément*, il est établi que chacun d'eux, pour une paire de racines donnée, occupe un segment de moelle qui commence immédiatement en arrière de l'insertion de cette même paire et se prolonge, vers l'extrémité céphalique de la moelle, jusques immédiatement en arrière de l'insertion de la paire rachidienne précédente. C'est-à-dire qu'on peut limiter exactement les centres en réunissant par des lignes transversales, d'un côté à l'autre, les sommets des angles aigus que forment avec la surface de la moelle les bords postéro-internes des racines : les centres seront compris dans les intervalles laissés entre ces lignes. D'après cela, on ne peut sortir d'un centre sans tomber inévitablement dans un autre.

5° Pour ce qui concerne les dimensions *absolues* de ces centres, elles ne sont autres, si l'on fait abstraction de la variabilité de volume des racines, que celles des intervalles qui séparent les insertions radiculaires les unes des autres.

Ces dimensions sont pour la 7e racine un peu moins de 2 millimètres.

Pour les 8e et 9e racines réunies, 2 1/2 millimètres.

Pour la 10e racine, 2 millimètres.

6° La portion de moelle située en arrière de la 10[e] paire ne paraît être le siége d'aucun centre réflexe. Son ablation ne modifie en effet en rien l'excitabilité du train postérieur.

Mais quelle est donc alors la fonction de cette partie de la moelle? Il est au moins étrange que l'on rencontre dans une portion de moelle qui ne donne plus naissance à aucune racine des fibres et des cellules nerveuses, — et pourtant, l'existence de ces fibres et de ces cellules ne peut pas être contestée.

D'après la succession d'arrière en avant des cellules et des fibres[1], d'après l'analogie que nous avons signalée entre le *filum terminale* de la grenouille et la moelle humaine en voie de développement, nous croyons pouvoir admettre déjà que les fibres longitudinales que l'on rencontre dans notre portion grise sont constituées par les prolongements de *Deiters* des cellules, et que ces fibres doivent remonter au moins jusqu'au niveau du point d'émergence de la 10[e] paire. Mais de quelle nature sont ces fibres et quels sont les autres rapports qu'elles contractent avec les cellules dans l'intérieur du *filum terminale?*

Cette question a déjà été soulevée mais non résolue par Koschewnikoff. Nous croyons pourtant qu'il n'est pas impossible d'y répondre en se rendant un compte exact des phénomènes que l'on peut développer expérimentalement, et en les interprétant d'après les données généralement admises sur la constitution physiologique du système nerveux.

Nous avons constaté d'abord, comme Koschewnikoff l'avait fait avant nous, que si l'on sectionne la portion grise de la moelle en arrière de l'insertion de la 10[e] paire, en ménageant naturellement toutes les racines, et sans interrompre la continuité de l'axe cérébro-spinal, on détermine au moment même de la section des mouvements irréguliers non-seulement dans le train postérieur, mais aussi dans la partie antérieure du corps et même dans la tête. Après la section, on produit encore des mouvements quand on irrite la peau autour de l'anus. Si l'on a, au contraire, sectionné préalablement la moelle, soit dans la région cervicale, soit

[1] *Voy.* pages 9 et 10.

dans la région dorsale, on obtient un mouvement brusque de *rétraction* dans les membres postérieurs à l'instant où l'on opère la section en arrière de la 10ᵉ racine. De plus, dans un cas, nous avons obtenu des mouvements fibrillaires dans les cuisses en irritant la portion grise avant d'en opérer la section.

Ces phénomènes ne nous paraissent guère explicables que par l'hypothèse suivante :

Les cellules ganglionnaires contenues dans le filament terminal émettraient des prolongements qui se dirigeraient en avant et qui, après avoir parcouru l'intervalle qui sépare ces cellules de l'insertion de la 10ᵉ paire, s'uniraient aux fibres venues de la partie antérieure de la moelle pour former la dernière paire rachidienne et émergeraient de la moelle avec ces dernières. Il y aurait, au niveau de l'insertion de la 10ᵉ paire, une sorte de confluence entre les fibres provenant des cellules situées en avant de la 10ᵉ paire et celles qui sont fournies par les cellules situées en arrière de la même paire.

Les cellules du *filum terminale* fourniraient ainsi à la fois aux racines sensitives et motrices de la 10ᵉ paire, — et des deux côtés, — des fibres respectivement sensitives et motrices. Les cellules sensitives enverraient en outre au cerveau des fibres sensitives, et les cellules motrices recevraient également des filaments moteurs issus des centres volontaires du cerveau. Mais *les cellules motrices resteraient indépendantes des cellules sensitives :* il n'existerait pas d'anastomoses, ou tout au moins de communication fonctionnelle entre les deux espèces de cellules (pl. I, fig. 5).

Il y aurait donc, en résumé, communication d'une partie des cellules du filament terminal à la fois avec la peau et avec le cerveau par l'intermédiaire de filets sensitifs, et de l'autre partie des cellules du même filament terminal avec les muscles et avec le cerveau. Mais il n'y aurait pas de communication mutuelle entre ces deux groupes de cellules, c'est-à-dire entre les éléments sensitifs et les éléments moteurs. Ce serait, en un mot, une moelle dans laquelle les cornes antérieure et postérieure seraient fonctionnellement isolées l'une de l'autre.

On peut s'expliquer ainsi comment il se fait :

1° Que le pouvoir réflexe de la moelle n'est nullement modifié par la section de la partie située en arrière de la 10e paire et même par la destruction complète de cette partie; c'est parce qu'il n'existe pas de centre réflexe en arrière de la 10e paire.

2° Que la section de la même partie, pratiquée après une division préalable de la moelle en avant de l'origine des racines du plexus sciatique, provoque instantanément une contraction dans les membres postérieurs; c'est qu'on irrite inévitablement, par cette section, des fibres motrices intramédullaires.

3° Que l'animal est pris de mouvements irréguliers de tout le corps quand on fait la section de la partie grise sans avoir divisé préalablement la moelle dans la région dorsale; les fibres sensitives dirigées vers le cerveau sont là, en effet, pour transmettre à ce dernier les impressions douloureuses.

On pourrait nous objecter que les cordons blancs de la moelle et, par conséquent, les fibres qui les représentent dans le filament terminal ne sont pas par eux-mêmes des conducteurs de la sensibilité ni de la motilité. Mais nous admettons, avec la plupart des physiologistes au nombre desquels nous citerons Ch. Bell, Magendie, Bellingeri, et, parmi les contemporains, Longet [1], Vulpian [2] et Engelken [3], que les faisceaux antérieurs et les faisceaux postérieurs sont directement excitables. Rien ne s'oppose donc à la transmission vers le cerveau ou vers les muscles de l'irritation provoquée par la section de la portion terminale de la moelle.

Les phénomènes que nous avons observés pourraient encore trouver une seconde interprétation qui serait beaucoup plus simple, mais qui s'écarterait davantage de l'idée que l'on se fait généralement des relations anatomo-physiologiques des éléments nerveux. Il suffirait, en effet, pour expliquer tous les phénomènes, de supposer dans la portion grise de la moelle une seule espèce de cellules nerveuses qui enverraient invariablement deux prolonge-

[1] *Traité de physiologie*, Paris, 1869, 3e édition.

[2] *Leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux.* Paris, 1866.

[3] *Ueber die Empfindlichkeit des Rückenmarks gegen electrische Reizung.* ARCHIV. F. ANAT. U. PHYS. V. REICHERT UND DU BOIS-REYMOND. 1867, s. 198.

ments : l'un vers la *10e racine antérieure*, soit à droite, soit à gauche; l'autre vers le *cerveau;* c'est-à-dire que de chaque cellule naîtraient à la fois une fibre motrice centrifuge et une fibre sensitive centripète. Une section pratiquée en arrière de la 10e racine sur une moelle intacte déterminerait, en intéressant à la fois les deux genres de fibres, des mouvements de douleur dans tout le corps par l'irritation de la fibre centripète, tandis que, précédée d'une division de la moelle dans la région dorsale, la section du *filum terminale* ne produirait plus de mouvements que dans les membres postérieurs. On comprendrait aussi par là pourquoi cette partie de la moelle est dépourvue de réflexibilité.

Nous ne voulons pourtant pas admettre cette hypothèse, quelque séduisante qu'elle puisse être, car on concevrait alors difficilement la fonction, pendant la vie, du tissu nerveux contenu dans le *filum terminale*. On devrait en induire, en effet, que pendant toute la durée de l'existence, tant que cette partie de la moelle ne s'écarterait pas des conditions normales, elle ne trouverait jamais l'occasion de manifester son activité et serait, par conséquent, tout à fait inutile, à moins toutefois qu'elle ne fût douée d'une activité automatique [1]. Dans la première hypothèse, au contraire, cette fonction se conçoit très-bien; les éléments du *filum terminale* seraient destinés à renforcer les systèmes sensitif et moteur de la moelle, spécialement dans la partie correspondante à la 10e paire.

Train antérieur.

Le centre réflexe du train antérieur commence entre 1 et 1 ½ mm en avant de l'insertion de la 2e racine, et cesse immédiatement en dessous de la 3e racine. Son étendue est de 3 à 3 ½ mm.

Par rapport aux vertèbres, le centre de la racine du nerf brachial se trouvera généralement dans le corps de la 2e vertèbre, et le centre du 3e nerf, dans la partie supérieure du corps de la 3e.

[1] Nous nous sommes assurés que la section ou la destruction de la partie grise de la moelle ne produit — au moins pendant les quelques jours qui suivent l'opération, — aucune influence manifeste sur les mouvements des *cœurs lymphatiques postérieurs*.



On voit qu'ici la limite antérieure du centre est un peu plus rapprochée de l'insertion des racines correspondantes que pour le train postérieur, et que, par conséquent, l'étendue relative de ce centre est moins considérable que celle des centres des racines qui fournissent aux extrémités postérieures. Cette différence dépend, sans aucun doute, de la *direction* des racines qui n'est pas la même dans les deux cas. Dans le premier, en effet, les racines sont, pour ainsi dire, parallèles à l'axe de la moelle, tandis que dans le second, leur direction est presque perpendiculaire à celle du cordon spinal.

De là, la conclusion que les fibres des racines à direction transversale parcourent dans la moelle, pour atteindre la limite antérieure de leurs centres, un trajet sensiblement plus court que les fibres des racines à direction longitudinale.

C'est là un fait qui nous a paru digne d'être signalé.

II.

ÉTUDE DE LA REPRODUCTION DE LA MOELLE AU POINT DE VUE HISTOLOGIQUE ET FONCTIONNEL.

Nous sommes arrivés à la partie la plus importante de notre travail : celle qui a trait directement à la régénération de la moelle.

Nous diviserons cette partie, comme la précédente, en deux sections. Dans la première, nous relaterons nos constatations *anatomiques;* dans la seconde, nos expériences *physiologiques.*

A. — FAITS ANATOMIQUES.

Observation I. — Une grenouille grise, bien vivace, assez petite, est opérée le 25 mars 1869.

Le canal vertébral est ouvert entre la 3e et la 4e vertèbre, et un segment de moelle de 2 millimètres est enlevé. Puis la plaie

du dos est réunie au moyen de trois points de suture, et la grenouille abandonnée à elle-même jusqu'au 22 avril suivant, c'est-à-dire pendant près d'un mois. Elle est alors sacrifiée et examinée.

La plaie de la peau n'est pas encore tout à fait réunie; il existe une sorte d'ulcération au niveau des points occupés par les sutures. Les arcs vertébraux ne se sont pas reproduits, en sorte que l'intérieur du canal vertébral est facilement mis à découvert.

La solution de continuité de la *moelle* est encore très-apparente. On distingue encore nettement, à leur coloration blanche, les deux *bouts* de la moelle. Entre eux existe un intervalle plus large vers la face dorsale (2mm) que vers la face ventrale (1 1/2mm), comblé par une substance jaunâtre, translucide, d'aspect gélatineux. Cette *substance gélatineuse* remplit non-seulement l'espace irrégulièrement cunéiforme laissé entre les deux bouts de la moelle, mais encore se prolonge un peu en avant et en arrière entre les parois du canal et les faces latérales des deux bouts, de manière à déterminer entre ces derniers et les parois une certaine adhérence. Cette disposition rappelle celle qu'affecte le cal provisoire dans les divisions osseuses (pl. II, fig. 1).

Si l'on examine de plus près les deux bouts, on voit que le segment *supérieur* est coupé un peu obliquement de haut en bas et d'avant en arrière (la grenouille étant dans sa position naturelle).

La surface de section est à peu près plane; son diamètre dépasse sensiblement celui de la portion du segment qui se trouve immédiatement en avant: la moelle paraît s'être étalée par sa surface libre à peu près comme on l'observe sur une moelle fraîche que l'on vient de diviser.

Le bout *inférieur* affecte, au contraire, la forme d'un cône arrondi, régulier, rejeté un peu vers la gauche, et figure une sorte de *moignon*. Une racine qui s'insère un peu en avant de la base du cône s'incurve pour suivre l'inflexion de la surface (pl. II, fig. 2).

La substance gélatineuse qui unit les deux surfaces de section dans l'axe du canal offre une consistance un peu plus grande que celle qui occupe une situation plus périphérique.



Examen microscopique. — Substance gélatineuse.

L'étude en a été faite au moyen de l'iodserum et aussi de l'acide hyperosmique, immédiatement après l'ouverture du canal.

1° On y rencontre, comme éléments dominants, de belles *cellules* dont voici les principaux caractères :

Les unes paraissent parfaitement sphériques ou ovoïdes et sans prolongements; d'autres émettent un prolongement; d'autres sont fusiformes sans jamais être très-allongées, et bipolaires; d'autres enfin sont multipolaires, et dans ce cas, on peut suivre certains prolongements d'une cellule à l'autre (pl. II, fig. 5).

Le corps de la cellule est composé d'une couche de protoplasma enveloppant inégalement un noyau qui renferme lui-même un nucléole; pas de membrane apparente. Le *protoplasma* est finement granuleux; le *noyau,* toujours relativement volumineux, est sphérique ou légèrement ovoïde et formé d'une substance limpide assez réfringente, renfermée dans une membrane à double contour et très-nettement limitée. Le *nucléole* est brillant, petit, sphérique et toujours bien apparent. Les *prolongements* cellulaires sont fins et pâles; ils procèdent du protoplasma (pl. II, fig. 3).

Voici les dimensions moyennes de ces éléments :

			mm.
Cellules sphéroïdes et étoilées :	Diamètre de la cellule	.	0,0128
— —	— du noyau	. .	0,0096
— —	— du nucléole.	.	0,0016
Cellules fusiformes bipolaires :	Grand diamètre .	. . .	0,0208
— —	Petit diamètre .	. . .	0,0080

Ces cellules sont évidemment des *cellules nerveuses.* Nous nous sommes du reste assurés de leur parfaite identité avec des cellules prises dans la substance grise de la moelle d'une autre grenouille.

Elles ne diffèrent guère des cellules humaines que par quelques caractères secondaires. Elles sont relativement plus petites, attendu que leur diamètre ne dépasse guère celui des plus petites cellules nerveuses de l'homme. Le noyau de nos cellules possède des dimensions moyennes à peu près égales à celles des cellules

de l'homme : c'est donc principalement sur le protoplasma et sur le nucléole que portent les différences; le protoplasma forme une couche moins épaisse et le nucléole est très-petit, relativement au noyau.

2° A côté des cellules précédentes, on trouve des *corpuscules* de différentes dimensions, pour la plupart plus volumineux que les cellules, à forme généralement arrondie, mais parfois un peu allongée ou irrégulière, constitués par un agglomérat de granulations assez grossières, anguleuses, d'un jaune brun foncé, quelquefois même tout à fait noires. Ces corpuscules ne présentent jamais de prolongements.

Ce sont des cellules nerveuses atteintes de dégénérescence *pigmentaire* (pl. II, fig. 4);

3° Des éléments *intermédiaires* aux deux précédents se présentent aussi dans le champ du microscope. Ce sont des cellules nerveuses encore pourvues de leurs prolongements, mais présentant déjà autour du noyau des granulations semblables à celles qui composent exclusivement les gros corpuscules, et des cellules nerveuses dont tout le protoplasma a été envahi par la matière pigmentaire et où l'on ne distingne plus le noyau que comme une tache circulaire incolore. Le nucléole a déjà disparu. Elles sont déjà un peu plus volumineuses que les premières et n'ont déjà plus de prolongements (pl. II, fig. 4);

4° Dans une matière granuleuse très-ténue qui forme la substance fondamentale de la masse gélatineuse, on trouve aussi des fibres aplaties, irrégulières, beaucoup plus épaisses que les procès cellulaires et présentant des noyaux sur leur trajet. Ces fibres offrent avec les *fibres de Remak* la plus complète analogie.

Nous avons cherché en vain des fibres à moelle, mais nous avons rencontré quelques fibres grêles et variqueuses (pl. II, fig. 6).

Segments de la moelle.

L'examen microscopique du segment *antérieur* de la moelle nous y a fait découvrir d'abord des fibres nerveuses ordinaires dont les plus fines présentaient des varicosités plus prononcées

qu'à l'état normal. Un certain nombre se décomposaient *complètement* en globules de myéline. Puis des cellules et des corpuscules en tout semblables à ceux que nous avons décrits à propos de la substance gélatineüse.

A 2^{mm} de la surface de section, les corpuscules pigmentaires disparaissent et les fibres deviennent beaucoup moins variqueuses.

Le segment *postérieur* nous a offert une structure tout à fait identique à celle du segment précédent.

Observation II. — Une seconde grenouille est opérée le 22 mars.

Le canal vertébral étant ouvert, on divise d'abord la moelle au niveau de l'articulation entre la 4e et la 5e vertèbre. On fait ensuite une seconde section entre la 5e et la 6e vertèbre, puis on détruit toute la portion de la moelle située en arrière de cette dernière section. On a donc un tronçon de moelle au delà duquel la moelle est entièrement détruite.

La grenouille ayant succombé le 24 avril suivant, c'est-à-dire un mois après, l'autopsie en est immédiatement pratiquée.

On distingue encore la trace de la première section située à $2\,{}^{1}/_{2}{}^{mm}$ environ en avant du point à partir duquel la moelle a été détruite. La soudure est complète; il n'existe plus d'autre trace de l'opération qu'un sillon circulaire en avant duquel le segment céphalique de la moelle offre un *renflement* assez prononcé.

Plus en arrière, là où la moelle a été dilacérée, on ne trouve plus qu'une cavité cylindrique dont le fond est formé en avant par la surface de section excavée du segment médullaire, et dont les parois sont formées par les corps et les arcs vertébraux.

Le fond et les parois sont recouverts d'une couche très-mince de substance gélatiniforme jaunâtre qui fait adhérer à la surface intérieure du canal, en les prolongeant, les bords latéraux devenus tranchants de la surface de section (pl. II, fig. 7).

Sur la portion de la paroi qui est constituée par les corps vertébraux, on distingue encore quelques fibres blanchâtres dirigées obliquement d'avant en arrière et de gauche à droite et qui sont sans doute un restant des racines antérieures.

Nous n'avons pas trouvé de cellules nerveuses dans les parcelles de substance gélatineuse que nous avons détachées des parois latérales du canal. Nous avons rencontré dans celle qui était adhérente à la surface de section des corpuscules pigmentaires et graisseux; mais la couche de matière gélatineuse était si mince en ce point, que nous n'oserions pas affirmer que nous n'avons pas enlevé, en même temps qu'elle, un peu de la substance sous-jacente.

Des corpuscules de Gluge existaient en abondance dans le segment médullaire jusqu'à une petite distance de la section.

Des coupes que nous avons faites au niveau de la soudure ne nous ont pas montré d'autres éléments que ceux qu'on rencontre dans une moelle ordinaire. La réunion était donc parfaite.

Observation III. — Grenouille vigoureuse opérée le 30 mars 1869 au niveau de l'union entre la 3e et la 4e vertèbre. La moelle est enlevée dans une étendue d'au moins 1 $^1/_2$ mm.

Le 4 mai, l'animal succombe.

Ici, la moelle était tout à fait ramollie en arrière de la section. Ce n'était plus qu'une substance quasi diffluente qui, au microscope, se montre chargée de corps granuleux, dont la plupart ont un diamètre de 20 à 24 μ; quelques-uns vont jusqu'à 44 μ. Les granulations qui composent ces corps granuleux ne sont plus des granulations pigmentaires comme dans la première observation, mais des granulations graisseuses. On a donc bien affaire ici à des corpuscules de Gluge. Il est cependant par-ci par-là une de ces masses qui offre des granulations évidemment pigmentaires au milieu de granulations graisseuses. Quelques-unes montrent encore une tache claire et mal limitée qui marque la place de l'ancien noyau. A côté de ces corpuscules granuleux se trouvent des amas irréguliers de globules graisseux et des granulations graisseuses libres. Au milieu de corpuscules et de granulations rampent des vaisseaux.

On ne rencontre aucune trace de fibres ni de cellules nerveuses (pl. II, fig. 8).

Telles sont les observations *anatomiques* que nous avons re-

cueillies. Nous aurions voulu pouvoir en présenter une plus longue série; mais, de toutes les grenouilles qui avaient été opérées vers la fin du mois de mars de cette année, et de toutes celles qui l'ont été ultérieurement, ce sont les seules qui aient résisté quelque temps à l'opération. Les autres n'ont survécu que peu de jours. Beaucoup même ont succombé le lendemain.

Bon nombre de grenouilles avaient été opérées avec un plein succès à la fin de l'année 1867 et au commencement de 1868. Mais on s'est contenté, à cette époque, de faire sur elles des observations physiologiques, comptant, mais à tort, pouvoir reproduire à volonté les mêmes phénomènes et étudier alors la régénération au point de vue anatomique.

C'est par ce motif que le chapitre des faits *physiologiques* sera beaucoup plus étendu que celui-ci.

B. — PHÉNOMÈNES PHYSIOLOGIQUES.

Nous avons observé ces phénomènes avec un soin particulier sur la grenouille qui fait le sujet de notre première observation, avant d'en pratiquer l'autopsie.

L'opération avait produit chez elle, comme phénomène immédiat, une suppression complète de la sensibilité consciente et de la motilité volontaire, avec conservation de l'excitabilité réflexe dans le train postérieur. Au bout d'un mois, lorsque nous l'avons sacrifié, voici les phénomènes que présentait l'animal.

Mouvements volontaires.

Lorsque la grenouille est placée sur une table dans sa position naturelle, les membres postérieurs dans l'extension, elle ne tarde pas à ramener d'elle-même ces membres vers le tronc, de manière à prendre la position qu'affectionnent les grenouilles au repos; les articulations du membre sont fortement fléchies, les genoux sont portés en haut et en dehors, le pied se place en dehors de la jambe et s'engage sous le genou ou la cuisse, les orteils se dirigent en avant et un peu en dehors. Le membre postérieur figure ainsi une sorte de spirale très-anguleuse.

Si l'on suspend en l'air la grenouille par une de ses pattes antérieures, elle opère spontanément des mouvements lents d'extension et de flexion des membres postérieurs.

Quand on la couche sur le dos, elle effectue quelques mouvements des membres antérieurs et postérieurs pour se retourner, mais elle ne peut y parvenir.

Sensibilité.

La peau des membres postérieurs est encore anesthésiée : on ne provoque en effet en la pinçant ou en l'irritant chimiquement aucun mouvement de douleur, tandis que celle des membres antérieurs a conservé sa sensibilité normale; seulement ici, au lieu de sauter en avant comme le ferait une grenouille saine quand on irrite la peau du train antérieur, notre grenouille manifeste sa douleur en se soulevant sur ses pattes antérieures et en dressant la tête. De plus, des mouvements se produisent simultanément dans le train postérieur.

Phénomènes réflexes.

Si l'on pince vivement le dos au niveau de l'union de la vertèbre sacrée avec la vertèbre coccygienne, on n'obtient aucune réaction pas plus réflexe que volontaire.

Si l'on irrite un peu plus en arrière, à peu près au niveau de l'union entre le tiers supérieur et le tiers moyen du coccyx, le genou dirigé à peu près horizontalement en dehors se relève fortement et se rapproche de la ligne médiane. Il y a en même temps projection de l'anus au dehors.

En irritant la peau plus en arrière, on obtient des mouvements dans toute l'étendue des membres postérieurs. Si ceux-ci sont en extension, ils se fléchissent; s'ils sont déjà fléchis, les articulations se fléchissent davantage encore.

Quand on arrive immédiatement en avant de l'anus, les mouvements sont plus rapides et plus étendus.

Si l'on porte l'irritation sur le membre postérieur, on observe

que la promptitude, l'énergie et l'étendue des mouvements vont en s'accroissant progressivement à mesure qu'on se rapproche des extrémités. Pour le pied, le plus léger contact suffit pour déterminer un mouvement des plus rapides dans le membre tout entier [1].

Si, au lieu de placer la grenouille sur le ventre, on la retourne sur le dos et qu'on pince alors les membres antérieurs, la grenouille meut vivement tout le train antérieur et ces mouvements se prolongent pendant quelques instants. Cette sensibilité persiste jusqu'à quelques millimètres en arrière du cartilage hyposternal. A partir de ce niveau jusqu'au pli inguinal, toute sensibilité consciente et réflexe disparaît. Depuis l'aine jusqu'aux orteils, on obtient de nouveau des mouvements réflexes bien caractérisés.

L'application d'un courant électrique *faible* à l'aide de l'appareil à tétaniser de Dubois-Reymond donne, au point de vue des phénomènes douloureux et des phénomènes réflexes, des résultats qui confirment en tout point ceux que nous venons de mentionner.

La *seconde* des grenouilles que nous avons examinées et dont les mouvements réflexes avaient disparu à la suite de la destruction du segment postérieur de la moelle n'a recouvré ni sensibilité ni mouvement, soit spontané, soit réflexe, dans les parties paralysées. Il n'existait en effet, comme on l'a vu, aucune trace positive de reproduction.

Pour la troisième grenouille, les mouvements réflexes qui se montraient encore après la section de la moelle ont persisté jusque quelques jours avant la mort qui a eu lieu au bout d'un mois, mais la sensibilité proprement dite et les mouvements volontaires n'ont pas reparu.

Si l'on en excepte notre première grenouille, on voit que cette première série d'observations n'offre pas un bien grand intérêt

[1] Ce phénomène n'a ici rien de particulier. On sait en effet que les phénomènes réflexes des membres postérieurs chez la grenouille sont beaucoup plus marqués quand on irrite la peau des orteils que lorsqu'on porte l'irritant sur les autres parties du membre.

au point de vue physiologique, puisque les résultats ont été négatifs. Mais nous avons à relater maintenant tout un autre groupe d'observations antérieures aux précédentes, et qui nous paraissent de nature à prouver d'une manière irréfutable la régénération *fonctionnelle* de la moelle épinière chez la grenouille.

Observation IV. — Un segment de moelle est enlevé dans une étendue de 1mm à partir de l'union de la 5e et de la 6e vertèbre, et en arrière de cette articulation.

Cette grenouille a été opérée le 15 novembre 1867.

Immédiatement après l'opération, on constate une perte de la sensibilité et de la motilité volontaire et réflexe dans les membres postérieurs. Les membres sont dans un état de *flaccidité* permanente.

Le 14 mars de l'année suivante, donc *quatre mois* après, on ne constate encore aucune trace d'excitabilité ni de motilité réflexes, pas plus que de sensibilité à la douleur dans le train postérieur. Mais l'animal a recouvré en partie la *motilité volontaire* dans les parties primitivement paralysées. Les cuisses qui déjà deux mois auparavant présentaient de petites contractions fibrillaires toutes spontanées se rapprochent maintenant du tronc, et cela d'elles-mêmes. La jambe peut se fléchir aussi spontanément, mais pas au même degré que la cuisse. Le pied demeure toujours immobile.

Les mouvements d'extension sont encore interdits à l'animal.

Les mouvements sont un peu plus prononcés à gauche qu'à droite.

Au mois de mai 1868, les mouvements volontaires et réflexes des membres postérieurs étaient complétement revenus, et la sensibilité cutanée était redevenue aussi vive que dans les conditions normales, à ce point que la grenouille sautait aussi vigoureusement que ses voisines.

Observation V. — Grenouille opérée de la même façon et à la même époque que la précédente.

Le 14 mars, on constate le retour de la *motilité volontaire*, non-seulement dans la cuisse et la jambe, mais aussi dans le pied.

Ce sont surtout des mouvements spontanés de *flexion* qu'effectue l'animal, mais aussi parfois des mouvements d'extension. Le membre gauche est moins avancé que le droit; on n'y observe encore que de faibles mouvements de flexion et seulement dans la cuisse et la jambe. Si l'on irrite vivement le train antérieur de la grenouille, elle fait un effort pour sauter en avant, ramène, pour effectuer ce mouvement, le membre postérieur droit, mais ne peut imprimer à la cuisse gauche qu'un mouvement très-limité.

La sensibilité et la motilité réflexes n'ont pas encore reparu.

Deux mois plus tard, la grenouille avait recouvré *complétement* l'usage de ses membres postérieurs et se comportait absolument comme si elle n'eût jamais subi d'opération.

Observation VI. — Grenouille opérée dans les premiers jours de décembre 1867, de façon à anéantir toute espèce de sensibilité et de motilité dans les membres postérieurs.

Le retour progressif des fonctions a suivi les mêmes phases que chez les grenouilles précédentes. D'abord des mouvements fibrillaires spontanés dans les cuisses; puis des mouvements de totalité s'étendant successivement à la jambe et au pied. C'est le membre droit qui, ici, a repris le premier sa motilité. Pas encore, à cette époque, de sensibilité ni de motilité réflexes.

Vers la fin du mois de mai 1868, cette grenouille, comme les précédentes, percevait les impressions extérieures et se déplaçait spontanément exactement comme avant l'opération.

Observation VII. — Grenouille opérée le 6 février 1868. Une section est faite au niveau du corps de la 5e vertèbre, et un tronçon de moelle de 1 $^1/_2$^mm^ environ est enlevé en arrière de la section. L'intervalle entre les deux surfaces de section correspond donc approximativement à la moitié inférieure de la 5e vertèbre. Persistance des mouvements réflexes dans le membre postérieur *seulement quand on pince les orteils.*

Le 15 mars, donc un peu plus d'un mois après l'opération, on constate déjà des *mouvements volontaires* dans les deux cuisses. Pas de sensibilité, ni consciente, ni réflexe, à ce niveau. Le 1er mai, c'est-à-dire après un intervalle de 1 $^1/_2$ mois, on voit se

produire des mouvements volontaires assez étendus de la cuisse et de la jambe; mais la sensibilité n'est pas encore revenue.

Le 22 mai, la grenouille a gagné davantage encore; les mouvements sont revenus dans les pieds; elle commence même à sauter. Il se manifeste, à cette époque, un peu de sensibilité dans le train postérieur.

Les chaleurs brûlantes du mois d'août de l'année dernière ont fait périr toutes ces grenouilles, — pas plus pourtant que d'autres qui n'avaient subi aucune opération.

Sur plusieurs d'entre elles, il s'était montré, dans les derniers temps, une tumeur qui, chez quelques-unes, atteignait le volume d'une petite noisette, à la place où se trouvent les cœurs lymphatiques postérieurs. C'étaient des vésicules à parois fortement vascularisées, à contenu liquide et transparent. Nous les avons rapportées à une dilatation énorme des cœurs lymphatiques postérieurs. Quelques-unes de ces vésicules, cédant à une distension excessive, avaient même fini par crever.

Une troisième série de grenouilles ont été opérées au commencement de cette anné, pendant le mois de mars; mais, ainsi que nous l'avons dit, ces derniers essais ont à peu près complétement échoué, si l'on en excepte les expériences faites sur la grenouille mentionnée dans notre première observation.

Analyse critique des faits.

Lés observations tant anatomiques que physiologiques que nous venons de rapporter ne nous paraissent susceptibles que d'une seule interprétation rationnelle. La déduction capitale qui en découle est celle-ci :

La moelle épinière, chez la grenouille, possède le pouvoir de réparer spontanément une perte de substance opérée dans son propre tissu, et de récupérer par là ses propriétés anatomiques et physiologiques primitives.

C'est là, pensons-nous, une découverte nouvelle dont nous croyons pouvoir revendiquer la priorité.

Nous nous sommes livrés en vain à des recherches bibliographiques étendues ; nous n'avons rencontré, dans les auteurs, que des faits de réparation concernant le tissu nerveux de l'*encéphale* et celui des *cordons nerveux*.

Quelques observations ayant trait au rétablissement de la neurilité de la moelle ont été faites dans le but de résoudre la question de l'*irritabilité musculaire*. Mais, entre ces observations et les nôtres, il existe des différences radicales.

D'abord on ne parle, dans les expériences *positives*, que de la réapparition de l'*irritabilité musculaire* dans les parties paralysées par une section de la moelle. Ensuite, c'est seulement une *division* et non une *rescision* de la moelle qui a été pratiquée. Enfin, l'état anatomique de la moelle n'a jamais été constaté.

Dans un certain nombre d'expériences *négatives*, on avait reséqué une portion de la moelle épinière; mais *toujours* alors l'animal a succombé au bout de peu de jours, et l'on n'a même pas cherché à voir s'il y avait ou non une tendance à la reproduction.

Il nous suffira de passer rapidement en revue ces diverses expériences pour montrer combien elles diffèrent des nôtres, et par leur but et par leur résultat.

Au commencement du siècle, Prochaska[1] avait imaginé de diviser par une *simple section* transversale la moelle épinière de la région dorsale chez une grenouille, afin de voir si des mouvements s'effectueraient encore dans les membres inférieurs en irritant la moelle au-dessous du point de section. Ces mouvements, il dit les avoir obtenus pendant toute la vie de l'animal; mais l'animal n'a survécu que quelques jours.

Legallois[2] rapporte qu'il a détruit la moelle lombaire chez un très-jeune lapin et qu'il a trouvé *l'irritabilité* conservée dans le train postérieur. Mais il omet de dire combien de temps l'animal a survécu à l'opération. Et l'eût-il indiqué, il serait encore impossible de trouver dans cette observation un exemple de reproduction de la moelle.

[1] *Opera minora*, *etc.* Vienne, 1800, p. 84.

[2] *Œuvres complètes*, 1830, p. 24.

Enfin Marshall-Hall[1] a fait également chez la grenouille u section, mais une simple section, de la moelle épinière au-dess de l'origine du plexus brachial, et a reséqué en même temp nerf sciatique droit. Il a constaté qu'au bout de six semaine viron, l'*irritabilité musculaire* du membre postérieur g avait sensiblement augmenté, tandis que l'irritabilité du m droit avait graduellement diminué. Mais encore une fois irritabilité *n'a rien à faire avec nos mouvements volont* s'agit ici, d'ailleurs, d'une simple *division*.

Les faits de *cicatrisation* de la moelle qui ont été obse le pigeon[2] se rapportent également à une simple divis à l'*excision* d'un segment médullaire.

A côté de ces expériences qui ne peuvent préj chose au sujet de la reproduction anatomique et fon la moelle : à savoir que la réunion des deux se moelle simplement divisée est déjà difficile à obtei vons citer une affirmation catégorique de Jean Mü les propres expressions :

« Eu égard à la *reproduction* du cerveau et *nière*, il n'existe *aucun fait* qui prouve que la partie de la masse de ces organes se soit jamais ment par une formation nouvelle de matière

« On sait, ajoute-t-il plus loin, que les l épinière sont malheureusement incurables.

Pour ce qui concerne le cerveau, la s comblé en partie la lacune signalée par contre, l'histoire de la régénération de l ses premiers documents. Si l'on veut s' *au témoignage d'un contemporain*, nou de Longet[4] qui nous paraît propre à f

[1] *Memoirs on some Principles of Patholo* don, 1839.

[2] Van Kempen, *Manuel d'anatomie géné*

[3] *Manuel de physiologie.* Traduction d t. I, p. 339.

[4] *Traité de physiologie.* Paris, 1869; 3

de nos résultats. Le savant physiologiste français dit en effet qu'il a divisé et reséqué *bien des fois* la moelle, chez des grenouilles, dans la région dorsale, en vue de contrôler les observations de Marshall-Hall, sans parvenir *jamais*, pas plus que Prochaska, à conserver ses grenouilles vivantes au delà de *quelques jours*.

La question préalable ainsi vidée, nous passons aux faits qui se rapportent, non à la moelle, mais au cerveau et aux cordons nerveux, dans le but de trouver, entre ces faits et ceux que nous avons observés, certaines analogies qu'il ne serait pas sans intérêt d'établir.

Cerveau.

D'après Jean Müller, Arnemann[1] aurait vu des pertes de substance du cerveau opérées chez des chiens se combler à l'aide d'une substance jaunâtre et gélatiniforme, qui se désagrégeait dans l'eau avec plus de facilité que la substance cérébrale. Mais Arnemann n'a pas constaté au moyen du microseope que ce fût là de la véritable substance cérébrale.

Flourens[2] admet bien qu'il puisse se produire dans les lésions du cerveau avec perte de substance une *cicatrisation;* mais il n'y aurait pas, d'après lui, de véritable reproduction de la substance cérébrale.

Une observation de H. Demme[3], faite plus récemment sur l'homme même, tend cependant à prouver qu'il peut se faire dans le cerveau une véritable *régénération* du tissu nerveux. Il se produirait, d'après lui, par formation libre, des tubes nerveux primitifs dans l'intérieur de la névroglie.

Les recherches plus récentes encore de Voit[4] sur les effets de l'ablation des hémisphères cérébraux chez le pigeon ont fourni

[1] *Versuche über die Regeneration.* Göttingue, 1797.

[2] *Recherches expérimentales sur le système nerveux.* Paris, 1843; 2e édit., pp. 109 et suiv.

[3] *Militär chirurg. Studien.* 1861.

[4] *Revue des cours scientifiques.* Année 1869, n° 16, p. 256.

à cet auteur l'occasion de constater l
cérébral. Voit donne le cas dont il a
l'Académie de Munich comme le premie
nération de la masse cérébrale avec rétab

Sur un pigeon qui avait survécu cinq
misphères, et qui avait récupéré d'une n
plète ses fonctions cérébrales [1], le profe
à la place des portions du cerveau qu'il a
blanche qui avait tout l'aspect de la subst
Cette masse se continuait sans ligne de dén
les pédoncules cérébraux qui avaient été
sait la forme des deux hémisphères sép
dans son intérieur on trouvait un petit e
qui représentait la cavité ventriculaire.

Cette masse examinée par lui et par Ko
toutes ses parties, des tubes nerveux com
et des cellules ganglionnaires manifestes.

Chez d'autres pigeons opérés de la mêm
quels les fonctions cérébrales supprimée
Voit n'a trouvé dans le crâne qu'un tissu
séreux, ou simplement un déplacement en
dépression du crâne.

Cordons nerveux.

La régénération des cordons nerveux es
longtemps, et parmi les noms des premiers
scientifiquement démontré la réalité de ce
vons, uni comme toujours à la découvert
nom de Schwann, notre illustre maître.

Il est bien avéré aujourd'hui que si l'on
tronçon de nerf, que ce nerf soit sensitif,
réunion s'effectue entre les deux bouts à l'
par acquérir toutes les propriétés anatomi

[1] Il ne se distinguait plus des autres pigeons q
laquelle il se trouvait de prendre lui-même sa nour



rétablit ainsi de la manière la plus parfaite la continuité du cordon. On a vu des intervalles de six centimètres se combler par l'interposition d'un tissu nerveux.

En général, la régénération s'opère d'autant plus rapidement que la distance entre les deux bouts coupés est moins grande, que les animaux sont plus jeunes, et, s'il s'agit d'animaux à sang froid, que la température atmosphérique est plus élevée.

Quelques jours après la section, on trouve entre les deux bouts du nerf coupé une substance très-molle, rougeâtre, gris-rougeâtre ou jaune-rougeâtre qui couvre d'abord les surfaces de section et s'étend ensuite dans l'intervalle des deux segments. Au bout de quelques semaines, l'espace est comblé, et comme rudiment du faisceau nerveux qui unira plus tard les deux bouts, on trouve un cordon grisâtre déjà assez consistant qui va en s'amincissant du bout central — lequel est un peu *renflé* à son extrémité — vers le bout périphérique. Ce cordon s'observe déjà chez un animal adulte au bout de six semaines à deux mois quand on a excisé un tronçon de un centimètre.

D'abord mince et comme translucide, il devient graduellement plus épais, plus blanc et plus opaque, et, au bout de cinq à six mois, il a presque atteint un volume égal à celui des deux bouts dont il a la consistance et l'aspect.

Quelquefois, le bout périphérique de la portion nouvelle reste plus mince que son extrémité opposée. On a remarqué aussi que le bout central du segment primitif conservait, longtemps encore après la réunion, son *renflement terminal*, — ce qui rappelle les névrômes des extrémités terminales des nerfs dans les membres amputés.

Sur ces phénomènes macroscopiques, tout le monde est d'accord.

Sur la constitution microscopique *définitive* du segment de nouvelle formation, les opinions ne diffèrent pas davantage. Chacun peut, en effet, constater que les éléments de ce cordon finissent par présenter tous les caractères des fibres nerveuses périphériques.

Mais cette unanimité, trop rare parmi les micrographes, cesse

dès qu'on touche à la question de

Le mode de génération le plus sin
auteurs admettent, — consisterait en un
fibres du bout central qui subiraient
moins considérable dans le sens de leu
rejoindre les fibres appartenant au bou

Il nous est pourtant difficile de parta
qui nous paraît peu conforme aux lois
rangeons plus volontiers à l'opinion qui
veux d'éléments cellulaires nouveaux dé
sans doute des éléments préexistants —
dative qui remplit l'intervalle des deux s

La perte de substance serait d'abor
très-riche en éléments cellulaires jeunes
l'organisation du coagulum sanguin (Lav
morphose du tissu conjonctif interstitie
embryonnaire qui s'avancerait ensuite e
(Robin [2]).

Puis, dans ce tissu embryonnaire se fo
veux aux dépens des jeunes éléments. Ceu
nent plus petits et plus pâles et se rangent
mais ils laissent entre eux de petits interv
moyen d'une masse pâle et finement gran
des espèces de bandelettes très-étroites,
s'élargissent graduellement pendant que le
tiennent s'écartent les uns des autres. C
Remak qui vont se transformer en tubes ne
cela se fait chez l'embryon. Voici les métam
pour cela les fibres de Remak. Au milieu d'u
on voit la substance finement granuleuse di
delettes; celles-ci deviennent plus pâles et p
la ligne médiane et l'on voit se dessiner de c
isolées et parallèles.

[1] *Recherches expérimentales sur la régénérat*
Strasbourg, 1868.

[2] *Journal de l'Anatomie et de la physiologie*. M



A partir de ce moment, la fibre de Remak est devenue un tube nerveux. Ce tube augmente alors d'épaisseur, les noyaux se retirent dans la gaîne, et celle-ci se remplit d'une substance liquide, homogène et réfringente qui est la myéline. Vers la fin de la neuvième semaine, ces fibres commencent à montrer des varicosités. Le cylindraxe ne commencerait à se dessiner que trois ou quatre mois après l'opération.

Si donc les observations de Robin sont exactes, — et il ne nous est pas permis d'en douter, — les tubes nerveux de nouvelle formation procéderaient de fibres de Remak, et celles-ci commenceraient par constituer la gaîne de Schwann qui à son tour formerait la moelle et ultérieurement le cylindre de l'axe.

Mais tous les phénomènes ne se bornent pas à la production d'un tissu nerveux entre les deux bouts du nerf divisé. Le segment périphérique du nerf devient aussi le siége d'un processus particulier. Il subit d'abord jusque dans ses ramifications les plus reculées une dégénération incomplète qu'on peut considérer comme une métamorphose graisseuse suivie de la résorption de la gaîne médullaire, puis devient, bientôt après, le siége d'un processus restaurateur qui ne tarde pas à restituer aux filets nerveux altérés leurs caractères primitifs.

Le processus nécrobiotique se déclare ordinairement peu de jours après l'opération et reconnaît pour cause l'isolement dans lequel on a placé le bout périphérique du nerf par rapport à ses *centres trophiques.* Mais aussitôt que la communication est rétablie entre les fibres et leur centre, la restauration des fibres s'accomplit (Laveran). Elle peut même, comme l'ont montré Vulpian et Philippeaux s'opérer sans que cette condition soit remplie : dans des nerfs non ressoudés et même dans des tronçons transplantés. En sorte que si c'est l'isolement des centres trophiques qui détermine l'altération, l'intervention de ceux-ci n'est pas absolument indispensable à la restauration des fibres altérées.

Quant aux phénomènes intimes de cette dégénérescence et de cette restauration, on peut ramener la première, comme nous l'avons dit, a une *dégénérescence* graisseuse progressive de la gaîne médullaire et à une résorption plus ou moins complète du détritus graisseux; il ne reste plus alors du tube nerveux que le

cylindre d'axe qui paraît persister, et, appliquée autour de lui, la gaîne de Schwann.

La *restauration* se fait simplement par une sécrétion nouvelle de substance médullaire à l'intérieur de cette gaîne. Elle ne se fait pas dans toutes les fibres à la fois; à côté de fibres complétement dégénérées ou en voie de régénération, on en trouve d'autres qui sont encore atrophiées au plus haut degré. On la poursuit généralement du centre vers la périphérie.

On n'admet plus guère aujourd'hui, ou au moins on se refuse à généraliser l'interprétation de Remak qui prétendait avoir vu, chez le lapin, le cylindre d'axe se diviser longitudinalement en plusieurs fibrilles secondaires dont chacune formait ensuite une fibre nerveuse complète. On n'accepte pas non plus l'opinion de Waller qui faisait naître de nouvelles fibres dans le tissu interstitiel du nerf pour remplacer les vides occasionnés par l'atrophie des anciennes.

Les *conditions* qui rendent plus active la dégénération sont les mêmes que celles qui favorisent la réparation de la perte de substance par un nouveau tissu nerveux.

Au fur et à mesure que le double travail de réparation et de restauration s'opère, le nerf reprend peu à peu sa conductibilité, et il arrive un moment où il redevient apte à transmettre, dans toute sa longueur, tout aussi bien qu'auparavant, les impressions qui lui viennent soit de la périphérie, soit du centre. En un mot, la *neurilité* est reconstituée.

En jetant un coup d'œil d'ensemble sur les précédentes données relatives à la reproduction du cerveau et des nerfs, et les mettant en parallèle avec celles que nous avons acquises pour la moelle épinière, on leur trouvera certainement des points communs, et la constatation de ces analogies nous conduira peut-être à une théorie satisfaisante de la régénération de la moelle.

Si, d'une part, la substance gélatiniforme que nous avons rencontrée entre les deux bouts de la moelle rappelle par son aspect et sa consistance celle qu'Arnemann a observée au cerveau, d'autre part, la forme funiculaire qu'imposaient à cette substance les parois du canal vertébral sur lesquels elle devait nécessairement

se mouler, jointe à la forme cylindrique de la moelle elle-même, l'assimile, jusqu'à un certain point, à la masse cylindrique qui réunit provisoirement les deux segments d'un nerf en voie de réparation.

Si, d'une part encore, la présence de cellules nerveuses dans le tissu nouveau établit une analogie entre celui-ci et le tissu réparateur du cerveau décrit par Voit, d'autre part aussi, la présence de fibres de Remak dans notre substance gélatineuse, la manière dont se comportent les deux bouts de la moelle et spécialement l'existence d'un renflement terminal au bout céphalique, rattachent étroitement le processus de la reproduction de la moelle à celui de la régénération des cordons nerveux.

La régénération de la moelle, sous le rapport de ses conditions anatomiques, se place donc entre celle du cerveau et celle des nerfs.

Au point de vue des phénomènes physiologiques, la réapparition de la conductibilité de la moelle pour les impressions volontaires fait de la partie nouvelle de la moelle une sorte de racine ou de nerf moteur. Mais, par contre aussi, les altérations constatées dans les deux segments de la moelle prouvent que la portion correspondant au tronçon de nouvelle formation remplissait par rapport aux éléments situés aussi bien en avant qu'en arrière du point reséqué le rôle de centre nutritif.

Donc, encore ici, on rencontre des phénomènes physiologiques intermédiaires entre ceux qui sont propres à la régénération des nerfs et ceux qu'on arrivera sans doute plus tard à constater dans la régénération du cerveau.

Pourtant, en tenant compte surtout de la configuration générale de la moelle, de la différence de forme si nettement accusée des deux moignons; en se rappelant que les phénomènes initiaux, ceux à l'aide desquels nous avons reconnu chez la grenouille vivante qu'une réunion nerveuse s'était effectuée entre les deux bouts de la moelle, étaient presque exclusivement des phénomènes de conductibilité; eu égard enfin à cette considération que les cordons blancs de la moelle peuvent être assimilés jusqu'à un certain point à des faisceaux de racines, on sera plus incliné à

rapprocher la régénération de la moelle de celle des nerfs, que de celle des hémisphères cérébraux. Le bout céphalique serait celui des deux qui jouerait ici le rôle le plus actif — comme le bout central dans la régénération des nerfs.

On pourrait dire ainsi que le *cerveau remplit par rapport à la moelle, pour ce qui regarde la régénération de cette dernière, le même office que la moelle par rapport aux cordons nerveux.*

Il ne nous reste, pour terminer notre travail, qu'à analyser quelques-uns des faits que nous avons recueillis, afin d'en trouver l'explication, d'en formuler les applications physiologiques, ou de prévenir quelques objections qui pourraient nous être faites.

1. On se demandera d'abord comment il se fait que nous soyons parvenus si aisément à obtenir une régénération de la moelle alors que tant d'autres avant nous avaient itérativement échoué. Notre succès, ce nous semble, n'a qu'une raison d'être : l'*époque* à laquelle nous avons opéré. Peut-être faut-il ajouter, comme condition subsidiaire, la *qualité* de nos grenouilles.

On a déjà constaté, en effet, que la dégénération des nerfs — dont nous avons rapproché celle de la moelle — se faisait beaucoup plus lentement en hiver qu'en été. La lenteur du processus nécrobiotique a permis à l'animal de s'accoutumer insensiblement aux perturbations croissantes qu'il devait nécessairement amener dans ses fonctions, d'en ressentir moins vivement les effets, et d'atteindre ainsi le moment où devait commencer le travail régénérateur.

Il est vrai que la régénération est aussi d'autant plus tardive que la température est plus basse. Mais peu importait ici que cette régénération mît du temps à se faire : l'essentiel était seulement que l'animal restât en vie jusqu'à l'époque fixée pour l'évolution du travail néoformateur.

Ajoutez à cela l'engourdissement bien connu, l'espèce de sommeil hibernal dans lequel sont plongées les grenouilles lorsqu'elles habitent un milieu dont la température est très-basse, et qui, en déprimant l'activité nerveuse, rend l'animal moins

sensible aux ébranlements physiques et atténue par là le danger des opérations perturbatrices pratiquées sur lui.

Une dernière circonstance parle encore en faveur de l'influence exercée par la température atmosphérique sur l'issue de nos opérations : c'est l'insuccès de nos dernières épreuves. On se souvient que nous avons dit avoir opéré un grand nombre de grenouilles après l'hiver, et n'avoir obtenu que chez un seul de ces animaux le phénomène — encore même incomplet — de la régénération.

Quant à la *qualité* de nos grenouilles, c'étaient des grenouilles *grises,* petites et vivaces. Toutes venaient de la province de Luxembourg.

2. On pourrait élever quelques doutes sur la nature *nerveuse* que nous avons attribuée à nos cellules. Mais les caractères que nous avons décrits et figurés suffisent déjà pour résoudre affirmativement la question.

Nous savons que les cellules nerveuses sont des éléments qui occupent un rang très-élevé dans la série hiérarchique des organites et que, par suite, leur génération exige pour s'effectuer des conditions on ne peut plus favorables. Mais ces conditions se trouvent précisément réunies ici; la production est en effet toute homoplastique; les parties lésées sont contenues dans un canal osseux qui les préserve de toute pression et de tout tiraillement; rien ne vient entraver le travail réparateur ou le détourner de son but.

Qu'y a-t-il d'ailleurs d'étonnant à ce que la moelle engendre des cellules nerveuses quand on voit le cerveau, au témoignage de Voit, reproduire les cellules de la substance grise, — et qu'on croit avec Beale à la formation *continue* de cellules nerveuses dans les ganglions, même chez la grenouille tout à fait adulte?

3. Nous avons rencontré dans la substance interposée entre les deux segments beaucoup plus de cellules que de fibres; et les cellules affectaient toutes les caractères de cellules nerveuses arrivées à maturité, tandis que la plupart des fibres se présentaient à l'état embryonnaire.

C'est-à-dire que les secondes paraissaient postérieures aux premières.

Pour trouver de ce fait une explication — que nous ne donnons pourtant pas comme entièrement satisfaisante — il faut se reporter à ce que nous avons dit à propos de la structure embryoïde de la portion grise de la moelle et des métamorphoses qui caractérisent l'évolution du tissu médullaire chez l'homme. On y verra, en effet, que dans le développement embryonnaire de la moelle, ce sont les cellules de la substance grise qui se forment d'abord, puis les filets des cordons.

4. Une question plus épineuse encore est celle qui concerne la différence de date constatée entre le retour de la *motilité volontaire* et celui de la *sensibilité*. Le premier, dans nos expériences, a précédé le second.

On pourrait au premier abord attribuer cette circonstance à certaines conditions anatomiques de la plaie médullaire : supposer, par exemple, que le segment enlevé se trouvait plus mince au niveau des cordons antérieurs et que le rapprochement des surfaces a favorisé de ce côté la réunion des parties divisées. Mais ces conditions, si elles se sont rencontrées, n'ont pu être que fortuites, tandis que le fait dont nous parlons nous a frappés par sa constance.

Il faut donc lui trouver une explication plus générale.

Cette explication, nous la baserons sur la théorie des *centres nutritifs*.

Les fibres sensitives ont leur centre trophique dans les ganglions spinaux, tandis que la moelle est le centre trophique commun, mais décomposable en centres secondaires, des racines antérieures. Il est probable qu'il en est de même pour les deux espèces de fibres intramédullaires qu'on peut considérer, en raison de leur conductibilité, comme des prolongements directs ou indirects des racines. Or, chez nos grenouilles opérées, les fibres sensitives intramédullaires qui partent de la surface de section du bout central pour se rendre directement ou indirectement au cerveau, cesseront d'être en communication avec leur centre nutritif tandis que les fibres motrices intramédullaires échapperont à ce malheureux sort.

Prenons, par exemple, la 7e racine postérieure. Elle ne reçoit

son ganglion qu'au moment où elle sort du canal vertébral, entre la 7e et la 8e vertèbre, c'est-à-dire beaucoup plus bas que son point d'origine. Supposons maintenant que la section ait été faite immédiatement en avant du niveau occupé par le ganglion (trou de conjugaison des 7e et 8e vertèbres), et ait intéressé la portion intravertébrale de la 7e racine, toutes les fibres de la 7e racine et toutes celles qui leur correspondent dans le centre médullaire seront alors privées de leur centre nutritif et tendront à dégénérer; tandis que, au contraire, les fibres de la 7e racine antérieure et celles qui les continuent dans l'intérieur de la moelle trouveront toujours dans la substance grise de celle-ci, soit au niveau même de l'insertion de la racine, soit plus en avant, leur centre trophique intact. Ce centre fût-il situé — ce qui n'est guère probable — plus en arrière que l'insertion de la racine antérieure, il y aurait encore là un segment de substance grise assez étendu pour le contenir. Dès lors, il est bien naturel que les fibres *motrices* intramédullaires dégénèrent moins et se régénèrent plus vite que leurs voisines.

5. Pourquoi les mouvements volontaires ont-ils repris d'abord dans la cuisse, puis dans la jambe, puis en dernier lieu seulement dans le pied? — Nous ne sommes pas en état de donner l'explication de ce phénomène — car il ne peut dépendre du fait que dans les nerfs la régénération se fasse du centre vers la périphérie.

6. On pourrait enfin s'étonner de voir au milieu de cellules de nouvelle formation paraissant en pleine activité des cellules chargées de pigment et en apparence inertes. Mais il faut observer d'abord qu'un grand nombre de cellules nerveuses sont pigmentées à l'état normal, et que quelques-unes d'elles sont même chargées de granulations pigmentaires au point que celles-ci occupent presque entièrement la place du protoplasma.

D'ailleurs, considérât-on, comme nous inclinons à le croire, ces cellules aussi bien que celles qui dans les dernières grenouilles s'étaient métamorphosées en corps granuleux, comme des éléments *dégénérés,* on n'aurait là qu'un exemple de plus de l'union intime des processus nécrobiotiques avec les processus néoformateurs. Ne voyons-nous pas, sans aller plus loin, les deux processus marcher côte à côte dans la régénération des nerfs?

Résumons maintenant en quelque
les données nouvelles qui font l'obje

1° La *moelle épinière,* chez la gren
nément les pertes de substance opé
l'aide d'un nouveau *tissu médullaire*
2° Le retour des *fonctions* de la
par le fait de la lésion coïncide avec
ments anatomiques;
3° Cette régénération à la fois *ana*
s'opère que graduellement. Pour la
histologiques, la formation des *cellule*
Pour les propriétés physiologiques, c'e
reparaît en première ligne.



EXPLICATION DES

PLANCHE I

Fig. 1. — Figure schématique représentant
filum terminale de la grenouill
est formée de tissu épithélial;
veuses apparaissent; plus en a
parcourt l'organe dans toute
couche externe engaînante est l
— 2. — Tube épithélial constituant l'extr
minale. Il est contourné et légèr
pie-mère. Dans l'axe du tube, u
dant à la lumière du canal. — G
— 3. — Coupe transversale de la partie mo
— 4. — Extrémité du *filum terminale*. Le
— 5. — Schéma interprétatif de la fonction
grise de la moelle. Il représente
prenant l'insertion de la 10e paire
indiquent le sens du courant dan

PLANCHE II.

Fig. 1. — Canal vertébral de la grenouille qui
Il est ouvert par sa région dorsal
a essayé de représenter la substa
deux segments de la moelle. — U
— 2. — Les bouts de la moelle débarrassés
unissante.
— 3. — Cellules nerveuses de toute forme
gélatineuse. — Grossissement : 35



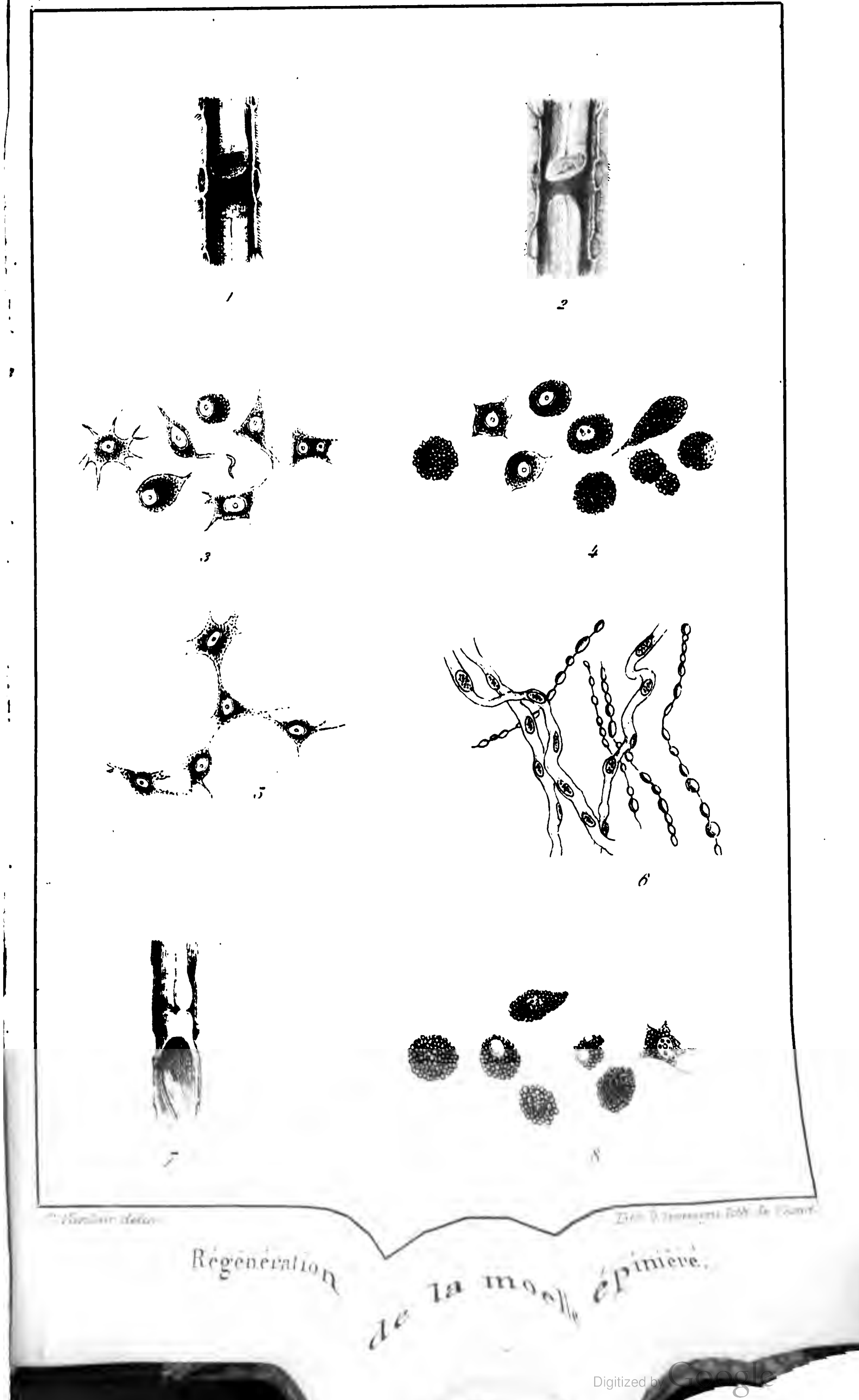
Fig. 4. — Les mêmes cellules en dégénérescence pigmentaire, atteintes à différents degrés. — Grossissement : 350 diamètres.

— 5. — Les cellules nerveuses de la substance gélatiniforme avec leurs anastomoses. — Grossissement : 350 diamètres.

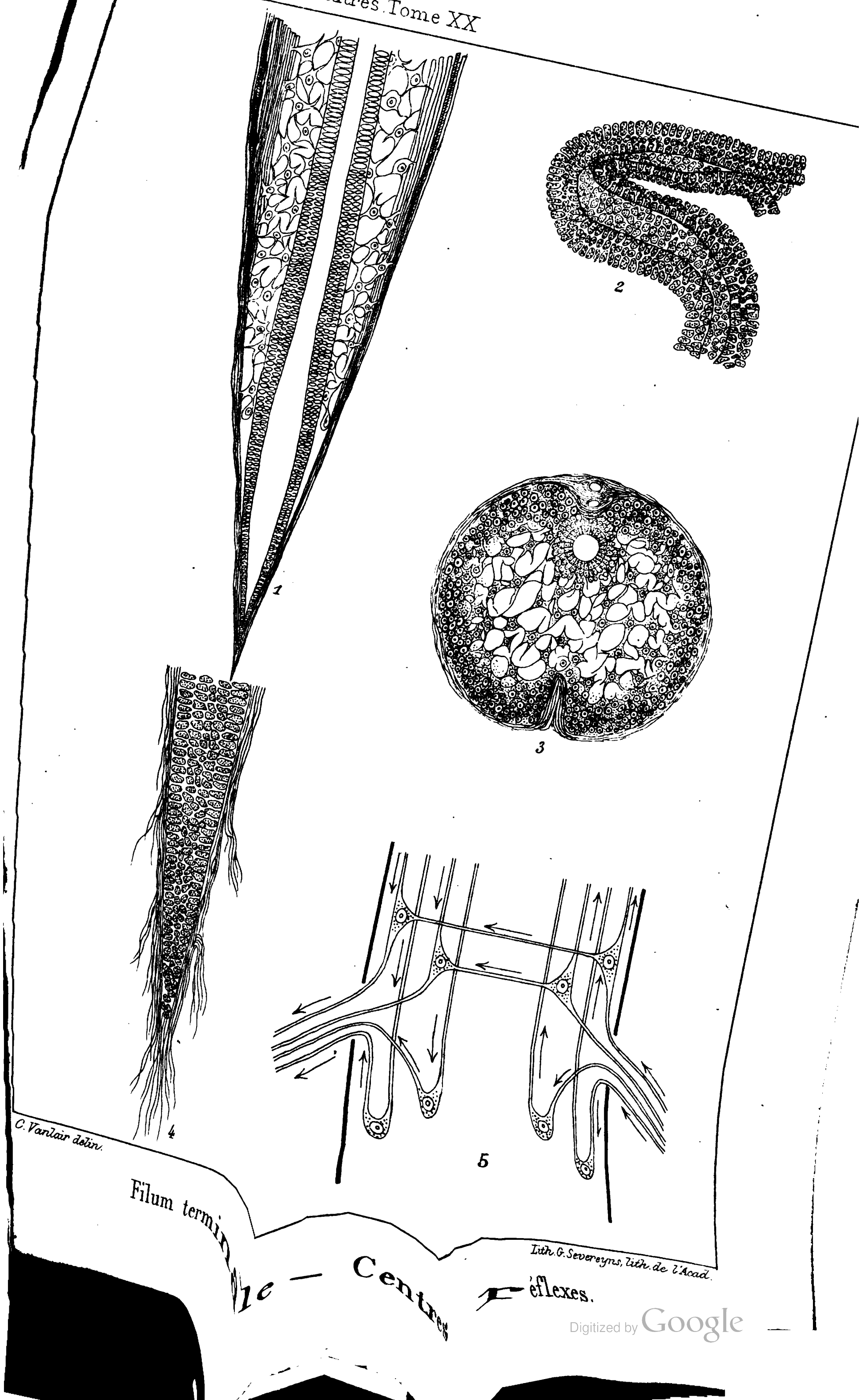
— 6. — Fibres dé Remak et fibres variqueuses trouvées dans la substance gélatineuse.

— 7. — Moelle épinière de la grenouille de l'observation II On voit l'étranglement qui marque la place de la première section; et un peu plus bas, la cavité résultant de la destruction de la moelle.

— 8. — Corpuscules de Gluge trouvés dans le segment postérieur de la moelle chez la grenouille de l'observation III. — Grossissement : 350 diamètres.



Régénération de la moelle épinière.


1
2
3
4
5
C. Vanlair delin.
Lith. G. Severeyns, lith. de l'Acad.
Filum termin... — Centres ...éflexes.